MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

NORMATIV
DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURILE RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE
INDICATIV NP 034-99

CUPRINS

Pag

1. GENERALITĂȚI 6

1.1. Obiect şi domeniu de aplicare 6

1.2. Definiții..... 6

1.3. Documente conexe 8

2. STABILIREA ÎNCĂRCĂRII DE CALCUL 9

2.1. Caracteristicile avioanelor folosite pentru dimensionare 9

2.1.1. Masa avioanelor 9

2.1.2. Aterizoare 9

2.1.3. Repartiția masei avionului pe aterizoare 11

2.2. Încărcări de calcul 11

2.2.1. Încărcarea reală 11

2.2.2. Încărcarea reală ponderată 11

2.2.3. Încărcarea normală de calcul 12

2.3. Alte încărcări decât acelea date de avioane 15

3. DIMENSIONAREA STRUCTURILOR RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE..... 16

3.1. Previziuni de trafic 16

3.2. Pământul de fundare 16

3.2.1. Determinarea stratificației pământului de fundare 16

3.2.2. Încercări asupra pământului de fundare 17

3.3. Stratul de fundație 20

3.3.1. Rolul stratului de fundație 20

3.3.2. Alcătuirea stratului de fundație 20

3.3.3. Capacitatea portantă a stratului de fundație 21

3.4. Condiții climatice 23

3.5. Dala din beton de ciment 23

3.5.1. Rezistențele betonului 23

3.5.2. Principii de dimensionare..... 24

3.5.3. Calculul grosimii dalei din beton de ciment..... 24

3.5.3.1. Metoda de dimensionare generală..... 26

3.5.3.2. Metoda de dimensionare optimizată..... 27

3.5.3.3. Determinarea încărcării admisibile..... 30

NORMATIV
DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURILE RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE
INDICATIV NP 034-99

Toate drepturile asupra acestei publicații sunt rezervate S.C. INCERTRANS S.A. Bucureşti. Nu este permisă reproducerea integrală sau parțială a prezentului normativ fără consimțământul scris al S.C. INCERTRANS S.A. București.

MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

ORDIN NR. 26/N

din 22.05.2000

Având în vedere :

- Avizul Consiliului Tehnico Stiințific al M.L.P.A.T nr. 131/23.12.1999,
- În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 456/1994 republicată, privind organizarea şi funcționarea Ministerului Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului,
- În conformitate cu Hotărârea Parlamentului nr. 57/21.12.1999 şi a Decretului nr.433/22.12.1999,
- Ministrul Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului emite următorul

ORDIN

Art. 1 - Se aprobă reglementarea tehnică:

NORMATIV DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURILE RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE, indicativ NP 034-99.

Art.2 – Reglementarea tehnică de la art.1, se publică de S.C. INCERTRANS S.A.

Art.3 – Prezentul ordin intră în vigoare la data publicării lui în Buletinul Construcțiilor.

Art.4 – Direcția Programe de Cercetare şi Reglementări Tehnice va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

MINISTRU,

NICOLAE NOICA

MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE
ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI
DIRECŢIA PROGRAME CERCETARE
ŞI REGLEMENTĂRI TEHNICE

NORMATIV
DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURILE RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE

INDICATIV NP 034-99

Elaborat de:
INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN TRANSPORTURI
- S. C. INCERTRANS S.A. – BUCUREŞTI

Elaborator: ing. Maria PÂRVU

In colaborare cu :
UNIVERSITATEA TEHNICĂ « GH. ASACHI » IAŞI
FACULTATEA DE CONSTRUCŢII ŞI ARHITECTURĂ

Avizat de: Direcţia Programe de Cercetare şi Reglementări Tehnice

Director: ing. Octavian MĂNOIU
Responsabil de lucrare M.L.P.A.T: ing. Eugenia HINTEA

d. Dimensionare

Metoda de dimensionare generală constă din dimensionarea în funcție de încărcarea normală de calcul determinată din încărcarea reală a avionului de referință pentru un număr de mişcări reale.

Metoda de dimensionare optimizată permite dimensionarea luând în considerare traficul real al tuturor tipurilor de avioane reprezentative. Alegerea metodei de dimensionare depinde de nivelul de încredere al traficului real prognozat.

1.3. Documente conexe

SR 183-1:1995	Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți din beton de ciment executate în cofraje fixe.Condiții tehnice de calitate.
SR 183-2:1998	Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți din beton de ciment executate în cofraje glisante. Condiții tehnice de calitate.
C 22 - 92	Normativ pentru executarea îmbrăcămințiilor rutiere din beton de ciment în sistemele cofraje fixe şi glisante.
STAS 1243- 88	Teren de fundare. Clasificarea şi identificarea pământurilor.
STAS 1913/13-83	Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare cu încercarea Proctor.
STAS 6400-84	Lucrări de drumuri. Straturi de bază şi de fundație. Condiții tehnice generale.
STAS 662-89	Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră.
SR 667 : 2006	Agregate naturale şi piatră prelucrată pentru drumuri. Condiții tehnice de calitate.
STAS 10473/1-87	Lucrări de drumuri. Straturi din agregate naturale sau pământuri stabilizate cu ciment. Condiții tehnice generale de calitate.
STAS 10473/2-86	Lucrări de drumuri. Straturi rutiere din agregate naturale sau pământuri stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici. Metode de determinare şi încercări.
STAS 12253-84	Lucrări de drumuri.Straturi de formă. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 2914-84	Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții generale.
STAS 1709/1-90	Lucrări de drumuri. Adâncimea de îngheț în complexul rutier. Prescripții de calcul.
STAS 1709/2-90	Lucrări de drumuri. Prevenirea şi remedierea degradărilor din îngheț-dezgheț.
STAS 1709/3-90	Lucrări de drumuri. Determinarea sensibilității la îngheț a pământurilor.
CD 127-86	Instrucțiuni tehnice departamentale de proiectare şi execuție a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici.

Pag

3.5.4. Influența factorilor climatici 30
3.5.5. Reguli de construcție 31
4. VERIFICAREA LA ACȚIUNEA ÎNGHEȚ-DEZGHEȚULUI A STRUCTURILOR RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE..... 32
4.1. Principiul metodei 32
4.2. Caracterizarea gelivității pământurilor 32
4.3. Condițiile hidrologice 32
4.4. Calculul adâncimii de îngheț 32
4.5. Protecția structurilor rutiere pentru suprafețe aeroportuare contra înghețului. 33
4.6. Măsuri de protecție contra înghețului. 34
5. EXEMPLE DE CALCUL 35

ANEXE :

ANEXA 1 - Caracteristicile aeronavelor pentru dimensionarea şi verificarea structurilor rutiere.....47
ANEXA 2 - Metoda de determinare a modulului de reacție al pământului..... 54
ANEXA 3 - Diagrame de dimensionare a structurilor rutiere rigide pentru aterizoare tip..... 56
ANEXA 3A.1. - Diagramă pentru aterizor tip roată simplă P = 5, 10, 20 kN..... 58
ANEXA 3A.2. - Diagramă pentru aterizor tip roată simplă P = 20, 30, 40 kN.....59
ANEXA 3B.1. - Diagramă pentru aterizor tip dual P = 7.5, 17.5, 27.5 kN.....60
ANEXA 3B.2. - Diagramă pentru aterizor tip dual P = 27.5, 35, 42.5 kN.....61
ANEXA 3C.1. - Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 15, 30, 45 kN.....62
ANEXA 3C.2. - Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 45, 60, 75 kN.....63
ANEXA 3C.3. - Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 75, 90, 105 kN.....64
ANEXA 3D - Diagramă pentru aterizor tandem P = 25, 30, 37.7 kN..... 65
ANEXA 3E - Tabele - Corelații pentru dimensionare.....66
ANEXA 4 - Termeni specifici infrastructurii aeroportuare.....87

1. GENERALITĂȚI

1.1. Obiect şi domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul normativ se aplică la dimensionarea structurilor rutiere rigide aeroportuare noi, pentru o durată de viață de 10 ani.

1.1.2. Prevederile normativului nu se aplică la dimensionarea structurilor rutiere aeroportuare cu îmbrăcăminți din beton armat continuu sau din elemente prefabricate din beton.

1.1.3. Metodologia de dimensionare este în conformitate cu prevederile Organizației Internaționale a Aviației Civile.

1.2 Definiții

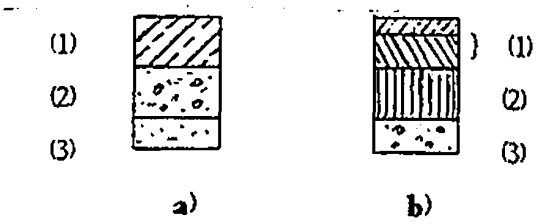
a. Structura rutieră rigidă (Figura 1)

O structură rutieră rigidă este alcătuită din:

(1) - strat de îmbrăcăminte, realizat din unul sau două straturi din beton de ciment;

(2) - strat de fundație;

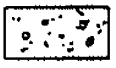
(3) - eventual, substrat.




beton de ciment în stratul de uzură


beton de ciment în stratul de rezistență


agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici/puzzolanici


agregate naturale de balastieră / carieră

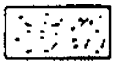

nisip

Figura 1. Structură rutieră rigidă

b. Capacitate portantă - Durata de viață

Capacitatea portantă a unei structuri rutiere rigide aeroportuare este măsura aptitudinii sale de a suporta încărcările date de avioane în condițiile menținerii integrității pe parcursul duratei de viață.

Durata de viață a unei structuri rutiere rigide aeroportuare este perioada la sfârșitul căreia aceasta nu mai este capabilă pentru a prelua în condiții de siguranță traficul și impune ranforsarea structurii rutiere rigide aeroportuare sau reducerea traficului.

Durata de viață normată este perioada în care structura rutieră rigidă aeroportuară are capacitatea portantă de a suporta traficul la care a fost dimensionată (tipuri de avioane, mase, mișcări reale) cu condiția ca traficul echivalent să fie mai mic sau aproape egal cu valoarea limită de 36 500 mișcări. Durata de viață normată pentru dimensionarea structurilor rutiere rigide aeroportuare este de 10 ani.

c. Trafic

Mișcarea (reală) este trecerea avionului pe suprafața structurii rutiere rigide aeroportuare prin intermediul unui aterizor real în cadrul unei manevre (decolare, aterizare, rulare). O decolare sau o aterizare reprezintă o mișcare reală, iar o rulare în ambele sensuri pe o suprafață aeroportuară este asimilată cu două mișcări reale.

Încărcarea reală, P este încărcarea efectivă aplicată de un aterizor al avionului.

Încărcarea reală ponderată, P' este încărcarea reală, P afectată cu coeficientul, c_F, în funcție de rolul suprafeței aeroportuare (pistă de aterizare/decolare, cale de rulare, cale de degajare rapidă, prelungire de oprire, platformă).

Încărcarea normală de calcul, P" este încărcarea echivalentă încărcării reale ponderate, P' corespunzătoare la 10 mișcări zilnice pe durata de viață de 10 ani.

Traficul real este constituit din mișcările reale ale diferitelor categorii de aterizoare reale.

Traficul normal este, prin convenție, traficul constituit din 10 mișcări zilnice ale avionului care produce **încărcarea normală de calcul** pentru o durată de viață de 10 ani.

Încărcarea admisibilă, P_0 asociată unui aterizor pentru o structură rutieră rigidă aeroportuară este încărcarea ce corespunde **traficului normal** (10 mișcări zilnice pe o durată de viață de 10 ani).

Mișcarea echivalentă este trecerea avionului care transmite **încărcarea admisibilă** pe suprafața structurii rutiere rigide aeroportuare.

Traficul echivalent este numărul total de mișcări echivalente al **încărcării admisibile** a tuturor avioanelor luate în considerare pentru o durată de viață de 10 ani.

Pentru a lua în considerație condițiile de încărcări reale diferite ale structurilor rutiere rigide aeroportuare, **încărcarea reală, P** este afectată cu coeficientul c_F, obținându-se **încărcarea reală ponderată, P'**, conform relației:

$$P` = c_F P \quad (kN) \tag{1}$$

Valorile coeficientului c_F sunt date în ***figura 2.***

În cazuri justificate, ca urmare a unui calcul tehnico-economic, valorile subunitare ale coeficientului c_F se pot adopta egale cu unitatea.

2.2.3. Încărcarea normală de calcul

Pentru luarea în considerație a fenomenului de oboseală, trebuie să se țină seama pe lângă condițiile de încărcări reale diferite şi de posibilitatea suprapunerii amprentelor aterizoarelor la diversele mişcări: aterizare/decolare în cazul pistelor şi respectiv rulare la încărcare maximă sau minimă în cazul căilor de rulare şi platformelor. Se admite că într-un punct dat pe suprafața pistei se înregistrează o suprapunere de amprente la fiecare 3-4 mişcări efective. Pe baza datelor statistice de trafic, pentru pistele de decolare-aterizare s-a adoptat factorul de suprapunere de 3,65.

Numărul de suprapuneri ale amprentelor este dat de relația:

$$n = \frac{N_t}{3,65} \tag{2}$$

în care: N_t este numărul de mişcări reale pe durata de viață normată;

n - numărul de suprapuneri ale amprentelor.

Ținând seama de fenomenul de oboseală al betonului, încărcarea normală de calcul se determină cu relația următoare:

$$P" = \frac{P`}{c} \quad (kN) \tag{3}$$

în care: **P" este încărcarea normală de calcul**, echivalentă la 10 mişcări zilnice timp de 10 ani;

P' - încărcarea reală ponderată aplicată de un număr de mişcări reale zilnice, timp de 10 ani;

c - coeficientul de corecție.

Coeficientul de corecție, **c**, corespunde legii de oboseală de tip Wöhler şi se determină conform relației:

$$c = 1,2 - 0,2 \log N \tag{4}$$

în care: N este numărul de mişcări reale zilnice timp de 10 ani.

2. STABILIREA ÎNCĂRCĂRII DE CALCUL

2.1. Caracteristicile avioanelor folosite pentru dimensionare

2.1.1. Masa avioanelor

Principalele categorii de mase furnizate de constructorii de avioane necesare dimensionării sunt următoarele :

- masa maximă pentru evoluțiile la sol sau masa maximă la rulare (M) este masa avionului în timpul manevrelor la sol pe suprafețele aeroportuare.

- masa maximă la decolare, **(Md)**, este masa pentru evoluțiile la sol **(M)**, care se diminuează cu cantitatea de carburant consumată între platformă şi extremitatea pistei şi reprezintă masa avionului folosită în calculul de dimensionare.

- masa maximă la aterizare **(Ma)** este masa la decolare **(Md)** micşorată cu cantitatea de carburant consumată în timpul zborului, cantitate care reprezintă pentru cursele lungi o fracțiune importantă din masa totală. Masa maximă la aterizare este necesar să fie inferioară masei maxime la decolare deoarece, dacă aceste mase ar fi egale, efectele ce se produc în structura avionului sunt mai importante la aterizare decât la decolare. De aceea, în cazul când avionul trebuie imediat după decolare să revină pe pistă este obligatoriu să golească în zbor o parte din cantitatea de carburant.

- masa echipată în gol **(m)** este masa avionului în gol cu echipamentele sale permanente, amenajarea din cabină şi echipajul.

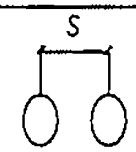
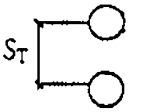
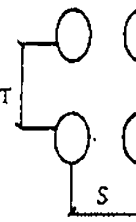
Masa reală a unui avion este totdeauna cuprinsă între masa echipată în gol **(m)** şi masa maximă pentru evoluțiile la sol sau masa maximă la rulare **(M)**. Ea este egală cu masa echipată în gol **(m)** la care se adaugă masa carburantului şi încărcarea comercială (pasageri, poştă, fret). În cazul metodei de dimensionare generală se utilizează masa reală la decolare a avionului de referință, iar în cazul metodei de dimensionare optimizată, se utilizează masele reale la decolare şi masele reale la aterizare ale tuturor avioanelor considerate.

2.1.2. Aterizoare

Aterizorul este alcătuit din ansamblul de roți montate pe aceeaşi jambă. Ansamblul de aterizoare care alcătuiesc trenul de aterizare, este astfel dispus încât, se poate considera acțiunea individuală a fiecărui aterizor. Trenul de aterizare al avioanelor de transport comerciale se compune în general din două aterizoare principale şi un aterizor secundar situat în față. (Ca excepții, se pot menționa: avionul Boeing 747 care are patru aterizoare principale şi avionul DC 10-30 cu trei aterizoare principale din care unul central).

Tabel 1

Caracteristicile aterizoarelor

Geometria aterizorului	Tipul de aterizor	Exemple	S (cm)	S_T (cm)	Mase suportate (t)	Presiunea în pneuri (MPa)
	Roată simplă	- avioane uşoare	-	-	< 5	0,3...0,6
	Dual	- avioane uşoare - avioane scurt/mediu curier	50...90	-	5...40	0,6...1,2
	Tandem	- avioane militare (configuraţie rară)	-	130...170	10...40	0,4...0,8
	Boghiu	Toate tipurile de avioane în afara celor uşoare - în principal avioane lung curier	40...140	100...180	20...105	1,0...1,6

S-au notat: **S** este ecartamentul (distanţa dintre axele celor două roţi ale aceleiaşi osii);

S_T - ampatamentul (distanţa dintre două osii).

Alte tipuri de aterizoare în afara celor patru tipuri prezentate în **tabelul 1** sunt aterizoarele cu şase roţi dispuse în diverse moduri (tandem-dual triplu, ansamblu triunghiular dual, etc.).

Ţinând seama de varietatea caracteristicilor geometrice ale aterizoarelor s-a introdus denumirea de aterizoare-tip reprezentative pentru cele trei categorii de aterizoare mai răspândite: roată simplă, dual şi boghiu, ale căror caracteristici sunt prezentate în **tabelul 2.**

Tabel 2

Caracteristicile aterizoarelor-tip

Aterizorul-tip	Ecartament (S)	Ampatament (S_T)	Presiunea în pneu
Roată simplă	-	-	0,6 MPa (~ 6 kg/cm^2)
Dual	70 cm	-	0,9 MPa (~ 9 kg/cm^2)
Boghiu	75 cm	140 cm	1,2 MPa (~ 12 kg/cm^2)

2.1.3. Repartiția masei avionului pe aterizoare

Repartiția masei unui avion între aterizorul secundar (din față) şi aterizoarele principale este în funcție de poziția centrului de greutate al avionului. Această repartiție variază între tipurile de avioane şi este prezentată în **ANEXA 1**.

2.2. Încărcări de calcul

2.2.1. Încărcarea reală

Încărcarea folosită în calculul de dimensionare este încărcarea pe aterizorul principal determinată în funcție de masa la decolare a avionului de referință (metoda de dimensionare generală) sau masa la decolare şi masa la aterizare ale tuturor avioanelor considerate (metoda de dimensionare optimizată). În anumite cazuri (Boeing 747), aterizorul secundar poate fi cel critic pentru structura rutieră rigidă aeroportuară. Încărcarea pe aterizorul principal este **încărcarea reală, P** transmisă de aterizor.

2.2.2. Încărcarea reală ponderată

Fiecare tip de suprafață aeroportuară (pistă de aterizare/decolare, cale de rulare, cale de degajare rapidă, prelungire de oprire, platformă) trebuie să fie dimensionată distinct, ținându-se seama de condițiile diferite de încărcare şi fenomenul de oboseală datorită repetării încărcărilor şi suprapunerii amprentelor aterizoarelor la diversele mişcări ale avioanelor (decolare, aterizare, rulare).

Încărcările reale sunt diferite pentru:

- platforme de staționare speciale pentru avioane uşoare;
- platforme de staționare cu posturi de staționare specializate pe tip de avion, în special pentru avioanele foarte grele;
- pistă utilizată în ambele sensuri cu o repartiție variabilă a traficului atât pe pistă cât şi pe căile de rulare care duc la aceasta;
- piste specializate prevăzute cu o cale de rulare pentru avioane la decolare şi o altă cale de rulare pentru avioane la aterizare, deci o masă mică (caz foarte rar);
- căi care nu primesc decât avioanele cu masele la aterizare (calea de degajare rapidă de pe pistă);
- platformele de întreținere şi căile care duc la acestea, primesc avioanele cu masa în gol echipată;
- posturile de staționare de pe platformă au încărcarea statică şi se exercită timp îndelungat;
- platformele au circulația avioanelor lentă şi sarcina se aplică static, deci fenomenul de încărcare este mai sever decât în zona centrală a pistei şi porțiunea de după pragul de aterizare unde avionul rulează cu viteză mare;
- acostamentele şi prelungirile de oprire au circulația avioanelor accidentală.

3. DIMENSIONAREA STRUCTURII RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE

3.1. Previziuni de trafic

Previziunile de trafic se referă la încărcările reale şi numărul de mişcări reale ale diferitelor avioane avute în vedere în timpul duratei de viaţă a structurii rutiere rigide aeroportuare. Încărcările reale sunt stabilite pe fiecare tip de suprafaţă aeroportuară, conform **cap.2.2.** Deoarece, grosimea dalei din beton este mai mult influenţată de variaţiile încărcărilor decât de variaţiile numărului de mişcări, este important de a se determina cu maximum de precizie, încărcările reale ale diferitelor avioane luate în consideraţie.

Ţinând seama de cele menţionate mai sus şi datorită dificultăţii determinării prognozelor de trafic cu nivel de încredere ridicat, referitoare la valorile încărcărilor reale (evoluţia caracteristicilor geometrice ale aterizoarelor avioanelor), precum şi cele ale numărului de mişcări pe durata de viaţă, s-a adoptat pentru stabilirea diagramelor de dimensionare numărul de mişcări egal cu 10 mişcări zilnice pe o durată de viaţă de 10 ani. Previziunile de trafic considerate în cele două metode de dimensionare sunt:

a. **În metoda de dimensionare generală:** încărcarea reală a avionului de referinţă căruia îi corespunde un număr de mişcări reale zilnice pe durată de viaţă considerată;

b. **În metoda de dimensionare optimizată:** încărcările reale ale tuturor tipurilor/ seriilor de avioane reprezentative, cărora le corespund un număr de mişcări reale zilnice pe durata de viaţă considerată, determinat în funcţie de creşterea anuală a traficului fiecărui avion în două ipoteze: maximă şi minimă.

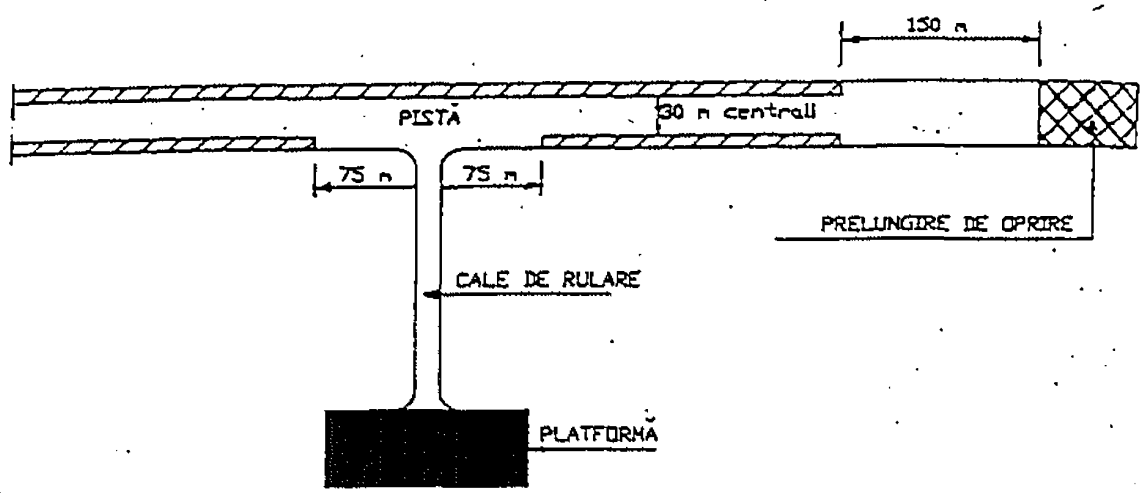
3.2. Pământul de fundare

Caracteristicile pământului de fundare se determină prin studiul geotehnic de teren şi de laborator.

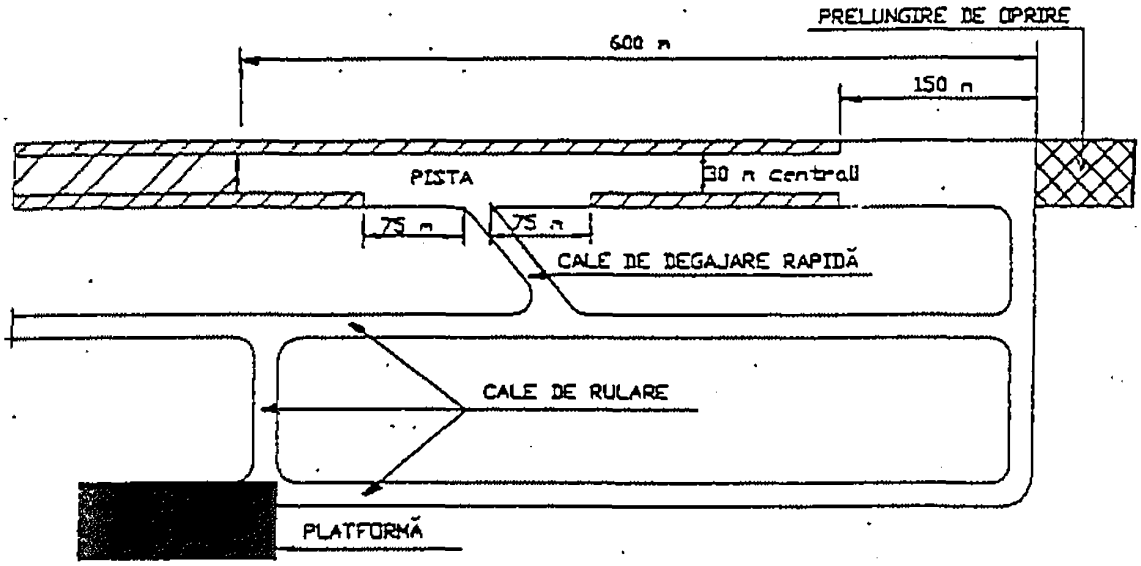
3.2.1. Determinarea stratificaţiei pământului de fundare

În cazul amplasării unor piste/structuri rutiere rigide aeroportuare noi, în faza de studiu de prefezabilitate/fezabilitate, se efectuează sondaje (trei sondaje sunt în general suficiente) pe adâncimea de aprox. 15 m pentru un aerodrom cu litera de cod D sau E şi pe adâncimea de la 5 la 10 m pentru celelalte aerodromuri. Sondajele sunt amplasate în funcţie de datele obţinute din examinarea hărţilor geografice şi geologice, cât şi din relevee de amplasament.

În cazul amplasării unor piste/structuri rutiere rigide aeroportuare noi, în faza de proiect tehnic şi detalii de execuţie, se completează studiul precedent cu un studiu geotehnic complet. Amplasarea, numărul şi adâncimea sondajelor suplimentare trebuie să permită determinarea variaţiilor importante ale naturii pământului. Programul sondajelor definit în continuare este dat cu titlul informativ şi se va adapta după caz.



a) CAZUL UNEI PISTE FĂRĂ CALE DE RULARE PARALELĂ



b) CAZUL UNEI PISTE CU CALE DE RULARE PARALELĂ

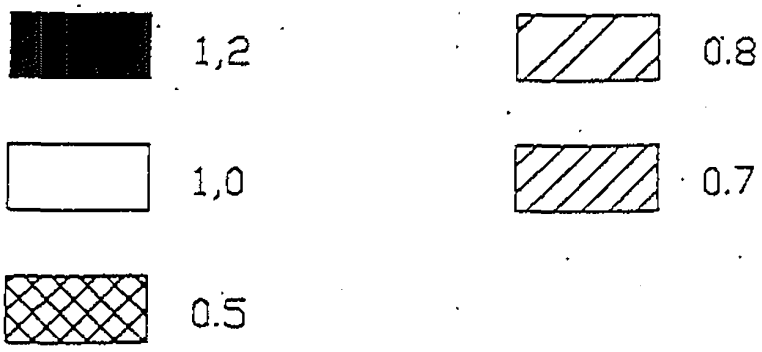


Figura 2. Coeficienții c_F

Valoarea coeficientului de corecție, c, este cuprinsă între 1,2 (ipoteza minimă de o mișcare pe zi) și 0,8 (ipoteza maximă de 100 mișcări pe zi).

În cazul în care numărul de mișcări reale zilnice N_z este pe o perioadă de timp oarecare, t, atunci N se determină cu relația:

$$N = \frac{N_z t}{10} \tag{5}$$

Înlocuind coeficientul de corecție, c din relația (3) se obține relația:

$$P'' = \frac{P'}{1{,}2 - 0{,}2 \log N} \quad \text{(kN)} \tag{6}$$

reprezentând condiția ca 10 mișcări zilnice pe o durată de viață de 10 ani a unei încărcări egale cu **încărcarea normală de calcul, P"** să fie echivalente cu numărul de mișcări reale zilnice, N al unei **încărcări reale ponderate, P'** pe o durată de viață de 10 ani.

Pentru dimensionarea pe bază de diagrame a structurilor rutiere rigide se consideră ipoteza conform căreia traficul este de 10 mișcări pe zi pe o durată de viață de 10 ani, rezultând deci 36 500 mișcări, care conform relației (2) corespund la 10 000 de suprapuneri ale amprentelor.

Limitarea duratei de viață la 10 ani este justificată de dificultatea de a se putea asigura prognoze de trafic cu nivel de încredere ridicat, referitoare la valorile încărcărilor reale aplicate, precum și a numărului de mișcări reale pe durata de viață.

Atunci când numărul de mișcări reale zilnice, N este egal cu 10 mișcări pe zi rezultă din relația (6) că: $P'' = P' = P_0$ (kN)

în care: P_0 este încărcarea admisibilă.

Deci, relația (3) devine:

$$P_0 = \frac{P'}{c} = \frac{P'}{1{,}2 - 0{,}2 \log N} \quad \text{(kN)} \tag{7}$$

Dacă, în relația (7) se consideră numărul de mișcări reale zilnice, N al încărcării reale ponderate egal cu unitatea, rezultă numărul de mișcări echivalente, N'_0 al încărcării admisibile:

$$N'_0 = 10^{5\left(\frac{P'}{P_0} - 1\right)} \tag{8}$$

Pentru a ține seama și de repartiția transversală a traficului, traficul real este transformat în trafic echivalent. Astfel, numărul de mișcări reale, N_i al încărcării reale ponderate, P'_i este transformat în număr de mișcări echivalente, N'_i al încărcării admisibile, P_{0i} prin multiplicare cu un coeficient de pondere, c_P conform relației:

$$N'_i = c_P N_i \tag{9}$$

În baza relației **(8)** rezultă :

$$c_p = 10^{5\left(\frac{P'_i}{P_{0i}}-1\right)} \qquad (10)$$

Valoarea maximă a raportului $\frac{P'_i}{P_{0i}}$ din relația **(10)** este de :

- 1,2 pentru platforme ;
- 1,5 pentru celelalte suprafețe aeroportuare (este recomandabil şi în acest caz să nu depăşească valoarea 1,2).

Dacă aceste valori sunt depăşite, grosimea dalei pentru care se determină încărcările admisibile, P_0 trebuie majorată, iar dacă sunt mai mici de 0,8 influența avionului respectiv se poate neglija. Din însumarea valorilor numărului de mişcări echivalente ale fiecărui avion, N' considerat se obține numărul total de mişcări echivalente, denumit **trafic echivalent,** $\sum N'_i$

Traficul echivalent trebuie să fie cât mai apropiat de valoarea limită de 36 500 mişcări, eventualele diferențe pot fi în minus.

2.3. Alte încărcări decât acelea date de avioane

Structurile rutiere rigide aeroportuare nu suportă numai încărcările transmise de avioane prin aterizoare, ci şi pe acelea ale vehiculelor terestre de transport (camioane, cărucioare pentru bagaje, port-containere, vehicule ale pompierilor, pasarele de diverse tipuri, etc).

Acostamentele se dimensionează la încărcarea maximă dintre încărcarea avionului care iese accidental de pe suprafața aeroportuară, încărcare micşorată cu 30% şi încărcarea vehiculelor terestre susceptibile de a circula. Acostamentele au rolul de a rezista la eroziune pentru a evita absorbția materialelor de pe suprafața lor de către motoarele avioanelor, precum şi pentru evacuarea apelor din precipitații.

Platformele sunt dimensionate la încărcarea dată de vehiculele terestre şi încărcarea avioanelor determinată cu coeficientul c_F egal cu 1,2. Zonele circulate de vehiculele terestre foarte grele, vor fi delimitate prin marcarea corespunzătoare a suprafețelor respective.

Suprafețele aeroportuare pe care circulă numai vehiculele terestre se vor dimensiona după metoda de dimensionare a structurilor rutiere rigide pentru drumuri, dar trebuie să se țină seama de faptul că, anumite vehicule terestre pot avea încărcarea pe osie superioară celei autorizate prevăzută în reglementările tehnice specifice drumurilor.

3.3. Stratul de fundație

3.3.1. Rolul stratului de fundație

Stratul de fundație intervine în calcule ca simplu termen de corecție al modulului de reacție al pământului, K_0. Totuşi, rolul său este important şi multiplu. El trebuie:

- să asigure continuitatea dalelor în dreptul rosturilor;
- să se opună prin greutatea sa eventualei ridicări a pământului natural şi să contribuie la asigurarea protecției acestuia împotriva înghețului;
- să ofere o suprafață stabilă pentru efectuarea lucrărilor de betonare;
- să se opună ridicării părților fine prin pompaj în dreptul rosturilor.

3.3.2. Alcătuirea stratului de fundație

În scopul asigurării rolului său descris, în paragraful de mai sus, se recomandă respectarea următoarelor prescripții:

a. Specificațiile de materiale componente ale stratului de fundație sunt asemănătoare acelora aplicabile la drumuri, conform **STAS 6400 - 84.**

b. Grosimea stratului de fundație trebuie să fie de minim 15 cm pentru a asigura o bună punere în operă a materialului.

c. Se recomandă ca stratul de fundație să fie alcătuit din agregate naturale (balast, nisip) stabilizate cu lianți hidraulici cu o grosime de 15...20 cm.

Stratul de fundație poate fi aşezat pe un substrat alcătuit din agregate naturale cu caracteristicile din ***tabelul 4*** şi având rolul:

- de ruperea capilarității (rol anticapilar) şi grosimea lui se ia în considerare la calculul grosimii echivalente a stratului de fundație, conform **cap. 3.3.3**;
- de a împiedica contaminarea stratului de fundație cu pământuri argiloase (rol anticontaminant). În acest caz, nu se ia în considerație la aportul de capacitate portantă.

Pământul de fundare poate fi îmbunătățit pentru a facilita circulația de şantier şi de a permite un bun reglaj al straturilor superioare (strat de fundație şi substrat), precum şi în cazul unei capacități portante insuficiente a pământului de fundare, cu un strat de formă alcătuit conform prevederilor din **STAS 12235 - 84.**

Stratul de formă este alcătuit din pământ adus, în cazul când pământul de fundare este eterogen sau îmbunătățit pe amplasament. Grosimea acestui strat se ia în considerație la calculul grosimii echivalente a stratului de fundație, conform **capitolului 3.3.3.**

Programul sondajelor

Tipul lucrării	Distanța dintre sondaje	Adâncimea sondajelor (1)
Piste şi căi de rulare	100 m	Pentru aerodromuri cu litera de cod D sau E la 3 m Pentru celelalte aerodromuri de la 1 la 2 m
Platforme	1 sondaj pt. ~ 5 000 m^2	
Zone unde nu se execută structura rutieră aeroportuară (2)	1 sondaj pt. ~ 10 000 m^2	de la 1 la 2 m
(1) Adâncimea sondajelor este măsurată: - în zonele în debleu, în raport cu cota din proiect; - în zonele în rambleu, în raport cu terenul natural; (2) Zone care nu sunt destinate pentru execuția structurii rutiere aeroportuare, dar trebuie să facă obiectul terasamentelor, sau zone prevăzute ca locuri de împrumut pentru pământul de fundare.		

Atât în faza de studiu de prefezabilitate/fezabilitate, cât şi de proiect tehnic şi detalii de execuție, se determină nivelul de apă freatică şi a variațiilor acestuia.

3.2.2. Încercări asupra pământului de fundare

Pe probele prelevate din sondaje se efectuează încercări de laborator asupra tipurilor de pământuri întâlnite. La prelevarea probelor se va avea în vedere păstrarea umidității de pe teren, în vederea determinării în laborator a umidității naturale, precum şi a densităților în stare umedă şi uscată. Încercările de laborator sunt efectuate în vederea determinării următoarelor caracteristici geotehnice:

- umiditatea naturală ;
- limita de frământare, limita de curgere, indicele de plasticitate, indicele de consistență;
- granulozitatea ;
- eventual, conținutul de materii organice, echivalentul de nisip, indicele de albastru de metilen.

De asemenea, încercarea Proctor modificată este efectuată pe tipurile de pământ care fac obiectul unei compactări (rambiee, pământuri situate în platforma structurii rutiere) pentru determinarea umidității optime şi a densității maxime în stare uscată a pământului.

În funcție de natura pământului, sunt realizate încercări de permeabilitate pentru studierea condițiilor de drenare a structurii rutiere aeroportuare, comportarea la acțiunea îngheț-dezghețului şi soluții de tratare / stabilizare a pământului de fundare.

După efectuarea încercărilor de laborator, se vor realiza încercări în "situ " cu placa pe pământul de fundare compactat la 95% Proctor Modificat pe o grosime corespunzătoare celei prevăzută în proiect (~ 30 cm) pentru determinarea capacității lui portante caracterizată prin **modulul de reacție (coeficientul de pat), K_0. Modulul de reacție al pământului, K_0** se determină pe terenul natural sau pe terenul amenajat.

Numărul şi repartiţia punctelor de încercări cu placa trebuie să asigure rezultate cât mai semnificative (se recomandă un punct de încercare pe o suprafaţă de max. 5 000 m^2) . Pentru studii de prefezabilitate/fezabilitate se pot folosi valorile modulului de reacţie al pământului, K_0 din ***tabelul 3*** corespunzătoare tipului de pământ.

Tabel 3

Valori informative pentru modulul de reacţie al pământului

Clasificare conform sistemului unificat	Tipul Pământului	Clasificare conform normelor româneşti: a) STAS 2914/84 b) Catalog structuri tip	Fracţiuni (%)		$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	$G_c = \frac{D_{30}}{d_{10}\, d_{60}}$	I_p	K_0 MN/m³	Obs.
			< 4,75 mm	< 74 u					
G.W.	Pietriş/balast	P_1 (b)	> 50	< 5 granulozitate continuă	> 4	1...3		55...83	
G.P.	Pletriş/balast	P_1 (b)	> 50	< 5 granulozitate uniformă	> 4	1...3		55...83	
G.M.	Pietriş prăfos/ Balast prăfos	P_2 (b)	> 50	> 12			< 4	28...83	
G.C.	Pietriş argilos/ Balast argilos	P_2 (b)	> 50	> 12			> 7	28...83	
S.W.	Nisip, balast	P_1 , P_2 (b)	< 50	< 5 granulozitate continuă	> 6	1...3		55...83	
S.P.	Nisip, balast	P_1 , P_2 (b)	< 50	< 5 granulozitate uniformă	> 6	1...3		55...83	
S.M.	Nisip prăfos	P_3 (b)	< 50	> 12			< 4	28...83	
S.C.	Nisip argilos	P_3 (b)	< 50	> 12			> 7	28...55	
M.L.	Nisip foarte fin	P_3 (b)		> 50				28...55	W_L<50
	Nisip prăfos/ Nisip argilos	P_3 (b)		> 50			< 10	28...55	W_L<50
	Praf argilos	P_4 (b)		> 50			< 10	28...55	W_L<50
C.L.	Argilă/argilă nisipoasă/argilă prăfoasă	P_5 (b)		> 50			0...20	14...55	W_L<50
O.L.	Prafuri organice/argile prăfoase organice	3c (a)		> 50			< 10	14...28	W_L<50
M.H	Prafuri plastice	P_4 (b) 3c (a)		> 50			10...20	14...28	W_L>50
C.H.	Argile/argile grase	P_5 (b) 3d (a)		> 50			> 20	14...55	W_L>50
O.H.	Argile organice	3f (a)		> 50			> 20	7...27	W_L>50

Încercările cu placa se efectuează conform prevederilor din **ANEXA 2**. Astfel, **modulul de reacție al pământului** se determină conform relației:

$$K_0 = \frac{p}{w} \quad (MN/m^3) \qquad (11)$$

în care: **p** este presiunea pe teren egală cu 70 kPa;

w - tasarea corespunzătoare, exprimată în cm.

Placa folosită la încercare, are de regulă, diametrul de 75 cm. Dacă placa nu are diametrul de 75 cm, valoarea modulului de reacție al pământului se va calcula cu relația:

$$K_0 = \frac{D}{75} K'_0 \quad (MN/m^3) \qquad (12)$$

în care: **D** este diametrul plăcii folosită la încercare.

K'_0 - valoarea modulului de reacție al pământului determinată cu placa având diametrul

$D < 75$ cm.

În cazul când modulul de reacție al pământului, k_0 a fost determinat prin încercări cu placa « în situ » pe pământul uscat, este necesar efectuarea de încercări cu placa în laborator pentru corectarea acestuia, ținând seama de condițiile cele mai defavorabile de umiditate, preliminate pe durata de viață, conform relației:

$$K_{0c} = \frac{d}{d_s} K_0 \quad (MN/m^3) \qquad (13)$$

în care: K_{0c} este valoarea modulului de reacție al pământului determinat în condiții defavorabile de umiditate (pământ saturat);

K_0 - valoarea modulului de reacție al pământului determinat prin încercare cu placa « în situ » pe teren uscat;

d - deformația probei de pământ cu umiditatea corespunzătoare încercării cu placa « în situ » sub o presiune de 70 kPa;

d_S - deformația probei de pământ saturată, sub aceeaşi presiune.

Atunci când, pământul de fundare este foarte fin şi compresibil, tasările rezultate din încărcările de lungă durată sunt superioare față de cele rezultate din încărcarea în cazul încercării cu placa în mod normal, şi de aceea este necesar să se efectueze la încercarea cu placa, încărcarea pe o durată mai mare.

Dacă, diferența între încercarea cu placa pe o durată mai mare şi încercarea cu placa în mod normal este sensibilă, se va aduce pământ de bună calitate pe o grosime egală sau mai mare decât grosimea dalei. Nu este recomandabil să se execute structura rutieră rigidă aeroportuară când pământul de fundare prezintă tasări diferențiate.

Valorile **coeficientului de siguranță**, c_s, sunt în funcție de tipul dispozitivului de transfer prevăzut în rosturi conform ***figurii 4***, precum şi de condițiile defavorabile geotehnice, climatice şi de trafic care pot interveni, şi anume:

- c_s = **1,8** pentru: rosturi de construcție şi de dilatație cu gujoane; rosturi de construcție cu nut şi feder (dacă intervin maximum două condiții defavorabile);
- c_s = **2,6** pentru: rosturi fără dispozitivele de transfer descrise în ***figura 4*** şi rosturi de construcție cu nut şi feder (având cel puțin două condiții defavorabile).

Condițiile defavorabile sunt următoarele:

- modulul de reacție la suprafața stratului de fundație, **K** având valoarea sub 25 MN/m^3;
- pământul de fundare neomogen sau geliv;
- stratul de fundație din agregate naturale;
- traficul compus din avioane foarte grele (ex: B 747, DC 10);
- variațiile termice zilnice de peste 20°C.

3.5.2. Principii de dimensionare

Calculul de dimensionare se efectuează pe fiecare suprafață aeroportuară în funcție de previziunile de trafic determinate conform **cap. 3.1.**

Schema de calcul pentru determinarea grosimii dalei din beton de ciment se bazează pe modelul cu element finit realizat prin procedeul multistrat, luând în considerație următoarelor ipoteze:

- încărcarea este transmisă la marginea dalei, prin amprente dreptunghiulare, având următoarele dimensiuni: lungimea $L=\sqrt{A/0{,}5227}$ şi lățimea l = 0,6 L, iar A reprezintă suprafața de contact a pneurilor aterizorului principal, conform **ANEXEI 1;**
- dala reazemă uniform pe stratul de fundație;
- deformabilitatea la interfața dală - strat de fundație este caracterizată prin modulul de reacție la suprafața stratului de fundație.

3.5.3. Calculul grosimii dalei din beton de ciment

Grosimea dalei din beton de ciment se determină prin două metode:

- metoda de dimensionare generală, conform **pct. 3.5.3.1;**
- metoda de dimensionare optimizată, conform **pct. 3.5.3.2.**

Tabel 4

Caracteristicile substratului anticontaminant şi anticapilar

Pământ de fundaţie	Substrat anticontaminant	Substrat anticapilar	Observaţii
Granulozitate continuă	$d_{15}/D_{85} < 5$	-	d_{15} este dimensiunea sitei prin care trece 15% din materialul substratului; D_{15} este dimensiunea sitei prin care trece 15% din pământul de fundare; D_{85} este dimensiunea sitei prin care trece 85% din pământul de fundare
Granulozitate uniformă	$d_{15}/D_{85} < 4$	-	
	-	$5 < d_{15}/D_{15} < 25$	

Curbele granulometrice ale pământului de fundare şi materialului din substrat trebuie să fie aproximativ paralele.

3.3.3. Capacitatea portantă a stratului de fundaţie

Modulul de reacţie la suprafaţa stratului de fundaţie, K reprezintă capacitatea portantă a stratului de fundaţie, ce se determină în funcţie de :

- modulul de reacţie al pamântului de fundare, K_0, conform **cap. 3.2.2.** ;
- grosimea echivalentă a stratului de fundaţie/substrat anticapilar/ strat de formă, H_{ech} .

Grosimea echivalentă a stratului de fundaţie/substrat anticapilar/strat de formă, H_{ech} reprezintă suma grosimilor echivalente ale acestora, conform relaţiei:

$$H_{ech} = \sum_{i=1}^{n} h_i \times c_E \quad (cm) \qquad (14)$$

în care: **n** este numărul de straturi;

h_i – grosimea efectivă a stratului "i", exprimată în cm;

c_E – coeficientul de echivalare, determinat din ***tabelul 5.***

Tabel 5

Valorile coeficientului de echivalare

Alcătuire strat de fundaţie/substrat anticapilar/strat de formă	c_E
Balast stabilizat cu lianţi hidraulici (ciment) sau puzzolanici (zgură granulată, cenuşă de termocentrală)	1,50
Piatră spartă amestec optimal	1,00
Nisip stabilizat cu lianţi hidraulici (ciment) sau puzzolanici (zgură granulată)	1,00
Balast	0,75
Nisip	0,50

Valoarea modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, **K** se obține:

- pentru valorile modulului de reacție al pământului de fundare, K_0 cuprinse între 20 MN/m³ şi 100 MN/m³ şi valoarea grosimii echivalente a stratului de fundație/substrat anticapilar/ strat de formă, H_{ech} , obținută cu relația **(14),** folosind diagrama din ***figura 3.***

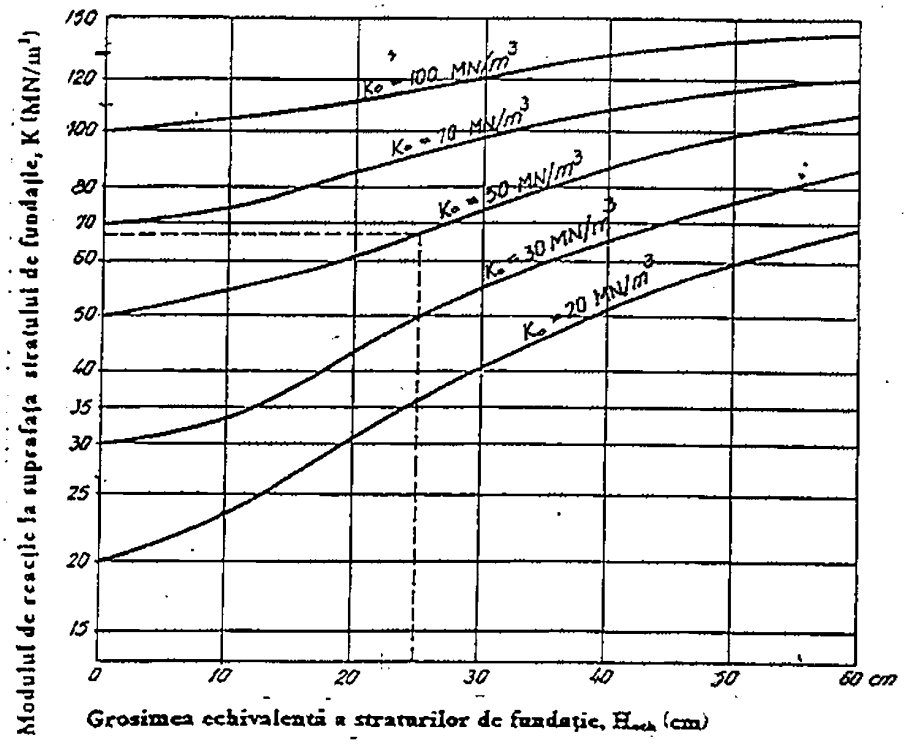


Figura 3. Modulul de reacție la suprafața stratului de fundație

- pentru valorile modulului de reacție al pământului de fundare, K_0 cuprinse între 15 MN/m³ şi 20 MN/m³ şi valoarea grosimii efective a stratului de fundație/substrat anticapilar/ strat de formă, h_i prin interpolare liniară între valorile date în ***tabelul 6.***

Tabel 6

Modulul de reacție la suprafața stratului de fundație

Alcătuirea stratului de fundație/substrat anticapilar/ strat de formă	K_0 MN/m³	Grosimea efectivă a stratului de fundație /substrat anticapilar/ strat de formă, h_i (cm)										
		10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	36
Balast	15	15	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
	20	22	23	24	25	27	28	30	32	34	36	37
Piatră spartă amestec optimal	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
	20	24	26	27	28	31	34	36	39	41	44	47
Agregate stabilizate cu lianți hidraulici / lianți puzzolanici	15	23	27	32	36	39	43	46	50	55	x)	x)
	20	27	30	34	38	41	45	49	53	58	x)	x)

x) Grosime nerecomandabilă

3.4. Condiții climatice

Previziunile meteorologice şi datele climatologice care trebuie luate în considerație, sunt :

- temperatura şi precipitațiile previzibile în timpul execuției, elemente care determină condițiile de betonare;
- studiul nivelului maxim al pânzei de apă freatică;
- indicele de îngheț necesar pentru verificarea la acțiunea îngheț-dezghețului a structurii rutiere rigide aeroportuare, conform **capitolului 4.**

3.5. Dala din beton de ciment

Criteriul de dimensionare a structurilor rutiere rigide aeroportuare este **tensiunea la întindere din încovoiere admisibilă a betonului de ciment,** $\sigma_{t\,adm}$.

În calculele care au folosit la stabilirea diagramelor de dimensionare s-au considerat următoarele valori ce caracterizează betonul :

- modulul de elasticitate : E = 30 000 MPa ;
- coeficientul lui Poisson : $\nu = 0{,}15$.

3.5.1. Rezistențele betonului de ciment

Tensiunea la întindere din încovoiere admisibilă $\sigma_{t\,adm}$ se consideră egală cu rezistența la rupere, la întindere din încovoiere a betonului, determinată la vârsta de 90 zile $R_{ti\,90}$, corectată cu coeficientul de siguranță c_s, conform relației:

$$\sigma_{adm} = R_{ti\,90} / c_s \quad \text{(MPa)} \qquad (15)$$

Întrucât normele româneşti prevăd numai determinarea rezistenței la întindere din încovoiere la 28 zile, $R_{ti\,28}$, se admite pentru determinarea rezistenței la 90 zile, $R_{ti\,90}$, o creştere cu 10 % a rezistenței la întindere din încovoiere la 28 zile, conform relației :

$$R_{ti\,90} = 1{,}10\, R_{ti\,28} \quad \text{(MPa)} \qquad (16)$$

Se recomandă determinarea experimentală a valorii $R_{ti\,90}$.

Valoarea rezistenței la întindere din încovoiere la 28 de zile $R_{ti\,28}$ este condiționată de clasa betonului, conform **SR 183-1 :1995.**

3.5.3.1. Metoda de dimensionare generală

În metoda de dimensionare generală calculul grosimii dalei din beton de ciment se efectuează în funcție de încărcarea pe aterizorul principal al avionului de referință.

Succesiunea operațiilor de calcul este următoarea:

1. Adoptarea clasei betonului pentru determinarea rezistenței la întindere din încovoiere la 28 de zile a betonului din dale, conform **SR 183-1:1995;**

2. Evaluarea rezistenței la întindere din încovoiere a betonului la 90 de zile, $R_{ti\ 90}$ cu relația: $R_{ti\ 90} = 1{,}1 \times R_{ti\ 28}$ (MPa) **(17)**

3. Adoptarea coeficientului de siguranță, c_s conform **cap.3.5.1.**

4. Determinarea tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului $\sigma_{t\ adm}$ cu relația: $\sigma_{t\ adm} = R_{ti\ 90} / c_S$ (MPa) **(18)**

5. Determinarea modulului de reacție al pământului, K_0, conform **cap. 3.2.2.**;

6. Stabilirea grosimii stratului de fundație/substrat anticapilar/strat de formă şi a modului lor de alcătuire, conform **cap. 3.3.2. ;**

7. Determinarea modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, **K,** conform **cap.3.3.3.,** în funcție de:

- valoarea modulului de reacție al pământului, K_0;
- grosimea echivalentă a stratului de fundație/substrat anticapilar/strat de formă, H_{ech}.

8. Stabilirea valorii încărcării reale, **P** căreia îi corespunde un număr de mişcări reale zilnice, **N** ale avionului de referință. Încărcarea reală a avionului este egală cu încărcarea pe osia aterizorului principal, conform **ANEXEI 1.**

9. În funcție de destinația suprafeței aeroportuare se determină încărcarea reală ponderată, **P'**, prin afectarea încărcării reale cu coeficientul c_F (conform **cap.2.2.2. figura 2**).

10. Transformarea încărcării reale ponderate, **P'** considerată pentru un număr de mişcări reale zilnice timp de 10 ani **N**, în încărcare normală de calcul, **P"** pentru 10 mişcări zilnice timp de 10 ani, conform prevederilor de la **cap.2.2.3.**

11. Determinarea grosimii dalei din diagrama de dimensionare corespunzătoare tipului de aterizor, conform **ANEXEI 3,** pe baza valorii încărcării normale de calcul **P"**, a modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, **K** şi a tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului, $\sigma_t = \sigma_{t\ adm}$ prin interpolare.

Pentru sporirea preciziei interpolărilor, se pot folosi între parametri de calcul care intervin, următoarele corelații din **ANEXA 3E,** în funcție de tipul aterizorului:

σ_t= f(H), pentru valori constante ale încărcării normale de calcul şi modulului de reacție;

σ_t= f(P), pentru valori constante ale grosimii dalei şi modulului de reacție;

σ_t = f(K), pentru valori constante ale încărcării normale de calcul şi grosimii dalei.

12. Verificarea la acțiunea îngheț-dezghețului a structurii rutiere rigide aeroportuare, conform **cap. 4.**

3.5.3.2. Metoda de dimensionare optimizată

În metoda de dimensionare optimizată determinarea grosimii dalei din beton de ciment se efectuează pe baza încărcărilor pe aterizoarele principale ale tuturor tipurilor/seriilor de avioane reprezentative cărora le corespund un număr de mişcări reale pe durata de viață considerată. Succesiunea operațiilor de calcul este următoarea:

1. Adoptarea clasei betonului pentru determinarea rezistenței la întindere din încovoiere la 28 de zile a betonului din dale, conform **SR 183-1:1995;**

2. Evaluarea rezistenței la întindere din încovoiere a betonului la 90 de zile, $R_{ti\ 90}$ cu relația:

$$R_{ti\ 90} = 1,1 \times R_{ti\ 28}\ (MPa) \qquad (19)$$

3. Adoptarea coeficientului de siguranță, c_S , conform **cap.3.5.1.**

4. Determinarea tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului $\sigma_{t\ adm}$ cu relația:

$$\sigma_{t\ adm} = R_{ti\ 90} / c_S\ (MPa) \qquad (20)$$

5. Determinarea modulului de reacție al pământului K_0, conform **cap. 3.2.2.**;

6. Stabilirea grosimii stratului de fundație/substrat anticapilar/strat de formă şi a modului lor de alcătuire, conform **cap. 3.3.2.;**

7. Determinarea modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, K, conf. **cap.3.3.3.**, în funcție de:

- valoarea modulului de reacție al pământului, K_o;
- grosimea echivalentă a stratului de fundație/substrat anticapilar/strat de formă, H_{ech}.

8. Stabilirea valorii încărcărilor reale, **P** ale tuturor tipurilor/seriilor de avioane cele mai grele cărora le corespunde un număr de mişcări reale zilnice, **N.** Încărcările reale ale avioanelor sunt egale cu încărcările pe osia aterizorului principal, conform **ANEXEI 1.**

Dacă se dispune de histograme pentru tipurile de avioane considerate cele mai grele se înlocuieşte **pct. 8** cu prevederile de la **pct.9.** până la **pct.11.**

9. Stabilirea valorii încărcărilor reale totale, P_t şi a numărului total de mişcări reale ale fiecărui tip de avion corespunzător clasei de mase din histograme pe durata de viață de 10 ani, N_c, în următoarele ipoteze de trafic:

Ipoteza maximă în care se presupune:

- procentul maxim de creştere a numărului de mişcări reale ale fiecărui tip de avion;
- încărcarea reală totală a fiecărui tip de avion egală cu limita superioară a maselor avioanelor din fiecare clasă de mase a histogramelor.

Ipoteza minimă în care se presupune:

- procentul minim de creştere a numărului de mişcări reale ale fiecărui tip de avion;
- încărcarea reală totală a fiecărui tip de avion egală cu limita inferioară a maselor avioanelor din fiecare clasă de mase a histogramelor.

Numărul total de mişcări reale ale unui avion pe durata de viaţă de 10 ani, N_c, se determină pe baza numărului de mişcări reale ale avionului în anul 0, N_0 cu următoarea relaţie:

$$N_c = N_0 [1 + (1+p) + (1+p)^2 + ... + (1+p)^9] \quad (21)$$

unde: N_o este numărul de mişcări reale în anul 0 (anul dării în exploatare a structurii) determinat din histograme;

p = procentul de creştere al numărului de mişcări reale ale avioanelor.

10. Determinarea valorii încărcărilor reale, **P** pentru avioanele din cadrul fiecărui tip de avion care au încărcarea reală totală, P_t cea mai mare, considerându-se că numai acestea frecventează structura rutieră rigidă aeroportuară care se dimensionează, pe baza relaţiei:

$$P = P_t \times V_s \quad (kN) \quad (22)$$

în care: P_t este încărcarea reală totală a avionului;

V_s - procentul din încărcarea reală totală corespunzător încărcării pe aterizorul principal, determinat din **ANEXA 1.**

11. Determinarea numărului total de mişcări reale zilnice, **N** pentru avioanele considerate la **pct. 10,** pe baza valorii numărului total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani, N_c.

12. Determinarea încărcărilor reale ponderate, **P'** pentru avioanele considerate, conform **cap. 2.2.2.**

13. Transformarea încărcării reale ponderate **P'**, considerată cu un număr de mişcări reale zilnice timp de 10 ani **N**, în încărcare normală de calcul **P"**, pentru 10 mişcări zilnice timp de 10 ani, conform **cap. 2.2.3.**

14. Determinarea grosimii dalei din diagrama de dimensionare corespunzătoare tipului de aterizor, conform **ANEXEI 3,** pe baza valorii încărcării normale de calcul, **P"**, a modulului de reacţie la suprafaţa stratului de fundaţie, **K** şi a tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului, $\sigma_t = \sigma_{t\,adm}$ prin interpolare.

Pentru sporirea preciziei interpolărilor, se pot folosi între parametri de calcul care intervin, următoarele corelaţii din **ANEXA 3E,** în funcţie de tipul aterizorului:

σ_t= f(H), pentru valori constante ale încărcării normale de calcul şi modulului de reacţie;

σ_t= f(P), pentru valori constante ale grosimii dalei şi modulului de reacţie;

σ_t = f(K), pentru valori constante ale încărcării normale de calcul şi grosimii dalei.

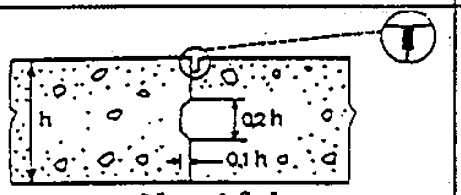
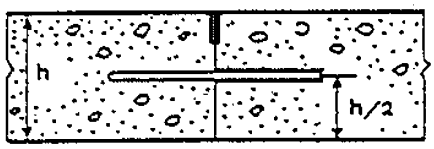
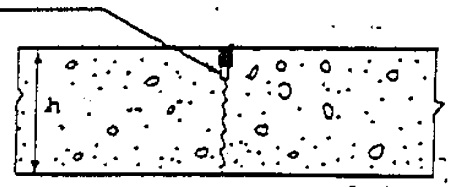
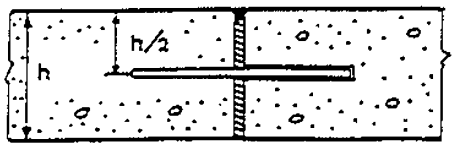
Tipul rostului	SCHEMA	A: amplasare C: condiţii de utilizare
de construcţie	 Nut şi feder	A: longitudinal: la limita benzilor de turnare a betonului transversal: când betonarea este întreruptă pe parcursul benzii C: Nut şi feder numai pentru grosimile de dale mai mari de 20 cm. Gujoanele sunt folosite pentru sisteme rutiere circulate mult de avioane foarte grele şi când terenul de fundare este susceptibil de tasări. Bare de legătură (ancore) numai în rosturi longitudinale; iar lăţimea suprafeţelor aeroportuare nu trebuie să depăşească 25 m.
	 Nut şi feder cu bară de legătură	
	 Gujon	
de contracţie	Produs de colmatare 	A: longitudinal: când lăţimea benzii de turnare depăşeste 5 m. transversal: realizarea sistematică la intervale regulate
de dilataţie		A: la intersecţii: - între piste şi căi de rulare - la accesele lucrărilor de artă - în lungul canalelor.
	 Gujon	C: folosite pentru a evita împingeri periculoase.

Figura 4. Tipuri de rosturi şi modul lor de amenajare

4. VERIFICAREA LA ACȚIUNEA ÎNGHEȚ-DEZGHEȚULUI A STRUCTURILOR RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE

4.1. Principiul metodei

Verificarea structurilor rutiere rigide aeroportuare la acțiunea îngheț-dezghețului se efectuează conform **STAS 1709/1-90; 1709/2-90; 1709/3-90** şi se ține seama de specificul aeroportului, în funcție de:

- gradul de sensibilitate la îngheț al pământului;
- adâncimea de îngheț în raport de grosimea structurii rutiere şi de nivelul stratului de apă freatică;
- condițiile hidrologice ale complexului rutier.

În alcătuirea straturilor structurii rutiere rigide aeroportuare, se vor folosi numai materiale care îndeplinesc condițiile de rezistență la îngheț-dezgheț, conform actualelor reglementări tehnice în vigoare şi anume:

- pentru betonul de ciment: G 100, conform **SR 183-1:1995**;
- pentru agregate naturale sau pământuri stabilizate cu ciment în strat de formă/strat de fundație, conform **STAS 10473/1 - 87**;
- pentru agregate naturale de balastieră în strat de fundație/strat de formă sau infrastructură negelivă, conform **STAS 662-89.**

4.2. Caracterizarea gelivității pământurilor

Pentru caracterizarea gelivității pământurilor, se utilizează clasificarea pământurilor, conform **STAS 1709/3-90** -"Determinarea sensibilității la îngheț a pământurilor de fundare".

4.3. Condițiile hidrologice

Condițiile hidrologice ale complexului rutier se clasifică în trei categorii:favorabile, medii, defavorabile, conform **STAS 1709/3-90.**

4.4 Calculul adâncimii de îngheț

Adâncimea de îngheț se calculează conform **STAS 1709/1-90,** având la bază formula lui Berggren, modificată, care ia în considerație următoarele:

- indicele de îngheț al zonei;
- parametrii termici ai materialelor componente în starea lor reală şi ai pământului de fundare.

15. Alegerea valorii maxime rezultată la **punctul 14** pentru grosimea dalei şi majorarea ei cu câțiva centimetri (1...3 cm) pentru determinarea **grosimii inițiale a dalei.**

16. Se determină încărcarea admisibilă, P_0 din diagramele de dimensionare pentru fiecare tip/serie de avion considerat în funcție de grosimea inițială a dalei determinată la **pct.15** şi a raportului $\frac{P'}{P_0}$. Valoarea acestui raport nu trebuie să depăşească 1,2, iar dacă este mai mică de 0,8, atunci tipul respectiv de avion se poate neglija (conf. **cap.2.2.3.**).

17. Calculul numărului de mişcări echivalente, N' pentru fiecare tip/serie de avion, prin afectarea numărului de mişcări reale, N cu un coeficient de pondere c_p, folosind relația:

$$N' = N \times c_p = N \times 10^{5(\frac{P'}{P_0}-1)} \qquad (23)$$

Coeficientul de pondere, c_p se poate determina cu ajutorul diagramei reprezentată în ***figura 5.***

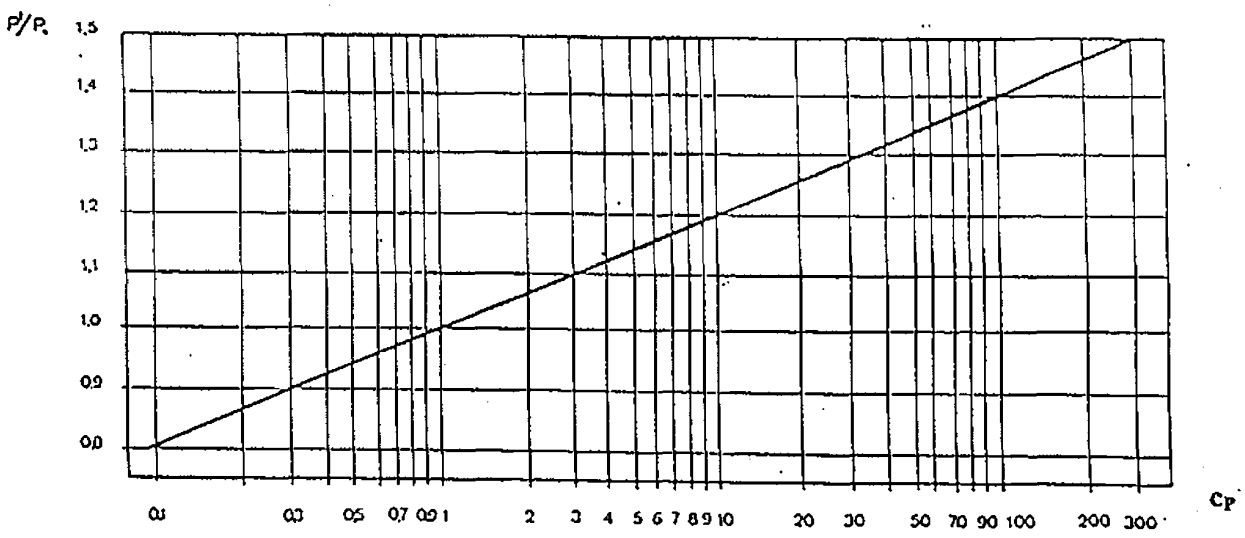


Figura 5. Coeficientul de pondere al mişcărilor reale

18. Calculul numărului total de mişcări echivalente prin însumarea numărului de mişcări echivalente determinat pentru fiecare tip/serie de avion (conform **pct.17**) reprezintă **traficul echivalent.**

19. Compararea valorii traficului echivalent determinat la **punctul 18** cu valoarea limită care este de 36 500 mişcări, şi anume această valoare trebuie să fie cât mai apropiată de cea limită, "în minus", conform relației:

$$\sum N' \leq 36\,500 \text{ mişcări} \qquad (24)$$

Dacă este îndeplinită această condiție, atunci grosimea inițială a dalei de la **pct.15** este **grosimea dalei, H.**

Dacă nu este îndeplinită această condiție, se reia calculul de dimensionare de la **punctul 15**, prin modificarea grosimii inițiale a dalei şi anume:

- când traficul echivalent este superior valorii de 36 500, grosimea inițială a dalei se măreşte cu 1 cm;
- când traficul echivalent este inferior valorii de 36 500, grosimea inițială a dalei se micşorează cu 1 cm; până când se obține valoarea traficului echivalent foarte apropiată (în minus) de valoarea limită de 36 500 mişcări.

20. Verificarea la acțiunea îngheț-dezghețului a structurii rutiere rigide aeroportuare, conform **cap. 4.**

3.5.3.3. Determinarea încărcării admisibile

După efectuarea tuturor acestor operații de calcul pe baza grosimii dalei, **H,** precum şi a modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, **K** şi a tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului σ_t, se determină încărcările admisibile P_0 din diagramele de dimensionare pentru fiecare tip de aterizor: roată simplă, dual şi boghiu, conform **ANEXEI 3.**

Pe baza încărcărilor admisibile se determină capacitatea portantă a structurii rutiere aeroportuare nou proiectată, conform **« NORMATIV PENTRU EVALUAREA CAPACITĂȚII PORTANTE A STRUCTURILOR RUTIERE RIGIDE AEROPORTUARE » NP 044 - 2000.**

Deoarece, caracteristicile structurii rutiere aeroportuare şi traficul real evoluează, este necesară urmărirea în timp a capacității portante.

3.5.4. Influența factorilor climatici

Factori de origine termică

Tensiunile la întindere din încovoiere sunt produse în dalele din beton de ciment nu numai de încărcări din trafic, ci şi din variațiile de temperatură. Atunci când sunt respectate regulile de construcție prevăzute în **capitolul 3.5.5**, tensiunile datorate variațiilor de temperatură nu se ia în considerație în calcule.

În cazul în care variațiile de temperatură zilnice sunt mai mari de 20° C, acestea vor fi o condiție defavorabilă de care se ține seama la determinarea coeficientului de siguranță, c_s (conform **cap. 3.5.1.**)

Acțiunea îngheț-dezghețului

Verificarea la acțiunea îngheț-dezghețului se efectuează conform indicațiilor de la **capitolul 4.**

3.5.5. Reguli de construcție

Modul de amenajare al rosturilor se adoptă în funcție de tipul lor (conform **SR 183-1:1995 şi SR 183-2:1998**), respectându-se principalele reguli de construcție prevăzute în ***figura 4***, în vederea dimensionării corecte a structurii rutiere rigide. Dispozitivele prevăzute în rosturi (descrise în ***figura 4)*** permit transferul de încărcări între dale, dar fără a avea o eficacitate totală. Eficacitatea acestor dispozitive depinde de calitatea stratului de fundație, de aceea, se recomandă alcătuirea lui din agregate naturale stabilizate, pentru crearea unei rigidități suficiente. Cu toate acestea, eficacitatea se diminuează în timp din cauza degradării suprafeței stratului de fundație.

Sistemul nut şi feder de la rosturile de construcție şi sistemul prin tăiere la rosturile de contracție au eficacitate pentru transferul de încărcare numai dacă rosturile rămân deschise atât sub acțiunea contracției hidraulice cât şi a celei termice.

Sistemul nut şi feder cu bare de legătură (ancore) se foloseşte numai la rosturile longitudinale de construcție pentru a limita deschiderea rosturilor.

Sistemul cu gujoane la rosturile de construcție şi de dilatație are o eficacitate de transfer a încărcării, care nu depinde de deschiderea rosturilor. Acest sistem se prevede numai în cazul unui trafic mare, cu avioane foarte grele şi când capacitatea portantă a pământului de fundație este medie. Rosturile de dilatație cu gujoane nu se folosesc când comportarea de ansamblu a rosturilor de contracție este corectă.

Dispoziția rosturilor longitudinale în raport cu axa structurii rutiere trebuie studiată, astfel încât să se evite încărcarea alternantă a dalelor de o parte şi de alta a acestor rosturi de aterizoarele principale ale avioanelor cele mai grele (Boeing 747 şi DC 10).

Încărcarea dalelor trebuie să fie pe aceeaşi parte a rostului longitudinal conform ***figurii 6***. În acest caz, dalele vor avea lățimi mari (> 5 m) şi atunci vor trebui luate măsuri constructive pentru a împiedica fisurarea lor (conform ***figurii 4***).

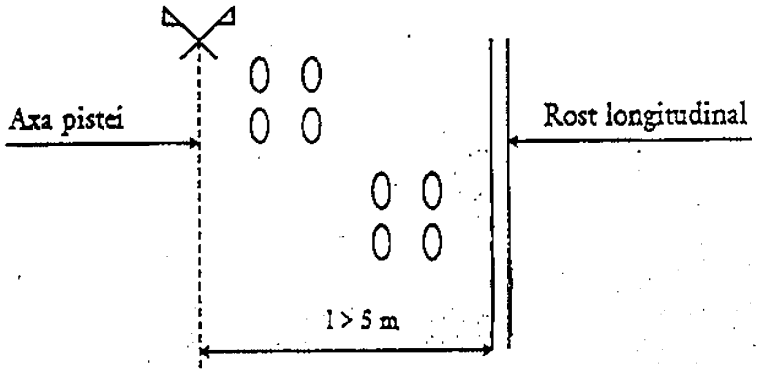


Figura 6.

c. Caracteristicile materialelor din alcătuirea straturilor structurii rutiere:

- stratul de formă este alcătuit din nisip şi are o grosime de 15 cm;
- substratul anticapilar este alcătuit din balast şi are o grosime de 20 cm;
- stratul de fundaţie este alcătuit din balast stabilizat cu ciment şi are o grosime de 20 cm;
- stratul de îmbrăcăminte este realizat dintr-un strat din beton de ciment clasa BcR 5,0 şi fără dispozitive de transfer a încărcărilor la rosturi.

Succesiunea etapelor de calcul

Pentru determinarea grosimii dalei din beton de ciment conform **pct.3.5.3.1.** este necesară succesiunea următoarelor etape de calcul:

1. Adoptarea conform **SR 183:1-1995** pentru clasa betonului din dale BcR 5,0 a rezistenţei la întindere din încovoiere la 28 de zile, $R_{ti\ 28}$, şi anume:

$$R_{ti\ 28} = 5,0 \text{ MPa}$$

2. Determinarea rezistenţei la întindere din încovoiere a betonului la 90 de zile, $R_{ti\ 90}$-

$$R_{ti\ 90} = 1,1 \times R_{ti\ 28} = 1,1 \times 5 = 5,5 \text{ MPa}$$

3. Adoptarea coeficientului de siguranţă, c_s egal cu 2,6 (conform **cap. 3.5.1.**), deoarece nu se folosesc dispozitive de transfer a încărcărilor la rosturi.

4. Determinarea tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului, $\sigma_{t\ adm}$-

$$\sigma_{t\ adm} = R_{ti\ 90}/c_s = 5,5/2,6 = 2,1 \text{ MPa}$$

5. Determinarea modulului de reacţie la suprafaţa stratului de fundaţie, **K**, conform **cap.3.3.3.** Valoarea modulului de reacţie la suprafaţa stratului de fundaţie, **K** este egală cu 100 MN/m^3 (10,0 daN/cm^3) conform diagramei din ***figura 3,*** determinată în funcţie de:

- modulul de reacţie al pământului, K_0 = 50 MN/m^3 (5,0 daN/cm^3);
- grosimea echivalentă a straturilor de sub dala din beton, $H_{ech.}$

Grosimea echivalentă a straturilor de sub dala din beton este egală cu suma grosimilor echivalente ale fiecărui strat obţinute prin multiplicarea grosimii efective a stratului respectiv cu coeficientul de echivalare, c_E (conform ***tabelului 5)*** corespunzător modulului de alcătuire a stratului.

$$H_{ech} = 20 \times 1,5 + 20 \times 0,75 + 15 \times 0,5 = 52,5 \text{ cm}$$

6. Stabilirea valorii încărcării reale pe aterizorul principal al avionului de referinţă şi anume pentru avionul **Boeing 707-120B,** cu masa maximă totală la decolare de 117 t şi aterizorul principal tip boghiu. Încărcarea reală pe aterizorul principal, **P** se determină din tabelul **ANEXEI 1** şi anume:

$$P = 54,6 \text{ kN}$$

Indicele de îngheț va avea valori de calcul distincte în funcție de tipul suprafeței aeroportuare şi anume:

$I^{30}_{max.}$ (valoarea maximă a indicilor dintr-o perioadă de 30 ani) - pentru toate tipurile de suprafețe aeroportuare;

$I^{3/30}_{med.}$ (valoarea medie a celor mai mari trei indici dintr-o perioadă de 30 ani) - pentru acostamente şi la limită pentru prelungirea de oprire.

Parametri termici ai pământului de fundare sau ai straturilor structurii rutiere (capacitatea calorică, căldura latentă, coeficientul de conductibilitate termică) depind de natura lor şi de caracteristicile geotehnice, conform valorilor din tabelele prezentate în **STAS 1709/1-90.**

4.5. Protecția structurilor rutiere pentru suprafețe aeroportuare contra înghețului

Structurile rutiere sunt asigurate contra înghețului dacă au o grosime suficientă pentru suprimarea penetrației înghețului în materialele gelive ale complexului rutier şi se exprimă prin gradul de asigurare la pătrunderea înghețului **k,** conform relației:

$$k = \frac{H_e}{Z_{cr}} \qquad (25)$$

a căror valori trebuie să fie mai mari decât cele prezentate în ***tabelul 7,*** iar în cazul neomogenității pământului de fundare al suprafeței aeroportuare, valorile din tabel se vor spori cu minimum 0,05.

În relația **(25)**, termenii au semnificația:

H_e este grosimea echivalentă a structurii rutiere calculată conform precizărilor din **STAS 1709/1-90;**

Z_{cr} - adâncimea de pătrundere a înghețului în complexul rutier, calculată conform **STAS 1709/1-90.**

Tabel 7

Nr. crt.	Gradul de sensibilitate la îngheț al pământului	Tipul pământului	Tipul climateric	k_{min}	
				Pistă de aterizare decolare	Platformă, acostamente
1	Sensibile	P_2, P_3	I, II, III	0,30	0,25
2	Foarte sensibile	P_3, P_4, P_5	I, II, III	0,35	0,30

Nivelele de protecție ale structurilor rutiere rigide aeroportuare contra efectelor îngheț-dezghețului sunt următoarele: protecție totală şi protecție limitată, în funcție de: importanța aerodromului; destinația suprafeței aeroportuare; omogenitatea pământului.

Protecția limitată se consideră când se admite pătrunderea cu 10 cm a înghețului în stratul din materiale gelive ale complexului rutier, situație în care se impune şi limitarea traficului în timpul dezghețului. În ***tabelul 8*** se prezintă nivelele de protecție necesare.

Tabel 8

Trafic anual (număr de pasageri)	Destinația suprafeței Aeroportuare	Pământul de fundare	
		omogen	Neomogen
> 50.000	Piste şi căi de rulare	Protecție totală	Protecție totală
	Platforme	Protecție limitată	Protecție limitată
< 50.000	Piste şi căi de rulare	Protecție limitată	Protecție limitată
	Platforme	Protecție limitată	Protecție limitată

4.6. Măsuri de protecție contra înghețului

În cazul când valorile gradului de asigurare la pătrunderea înghețului, **k** sunt mai mici decât cele din ***tabelul 9,*** se vor adopta următoarele măsuri:

- îmbunătățirea condițiilor hidrologice în scopul încadrării într-o categorie superioară prin adoptarea unor soluții de drenare bazate pe utilizarea de materiale geosintetice;

- îngroşarea stratului de fundație sau prevederea unui substrat anticapilar, care poate îndeplini şi funcția de substrat drenant, conform **STAS 6400- 84** a cărui grosime se calculează cu relația:

$$h_{supl.} = \frac{kZ_{cr} - H_e}{C_t - (1 - C_t)k} \quad \text{(cm)} \qquad (26)$$

în care: $h_{supl.}$ este grosimea stratului suplimentar, în cm;

k - gradul de asigurare la îngheț (cel puțin k_{min});

Z_{cr} - adâncimea de pătrundere a înghețului în complexul rutier, calculată conform **STAS 1709/1 - 90;**

C_t - coeficientul de echivalare a capacității de transmitere a căldurii specifice fiecărui material din alcătuirea stratului rutier luat în calcul ;

H_e - grosimea echivalentă a structurii rutiere calculată pe baza coeficienților de echivalare a capacității de transmitere a căldurii specifice fiecărui material din alcătuirea stratului rutier luat în calcul, C_t, conform precizărilor din **STAS 1709/1 - 90.**

În cazul în care, prin îngroşarea stratului de fundație, rezultă grosimi totale mari din materiale granulare insensibile la îngheț, se va studia pe bază de calcul economic, posibilitatea realizării de straturi stabilizate cu proprietăți termice îmbunătățite (cu zgură granulată pentru stratul de fundație sau cu var pentru stratul de formă), sau armarea dalelor cu gujoane în dreptul rosturilor.

5. EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 1

Metoda de dimensionare generală

Să se dimensioneze structura rutieră rigidă a unui aerodrom alcătuit din: pistă fără cale de rulare paralelă, cale de rulare şi platformă, caracterizată prin următoarele date:

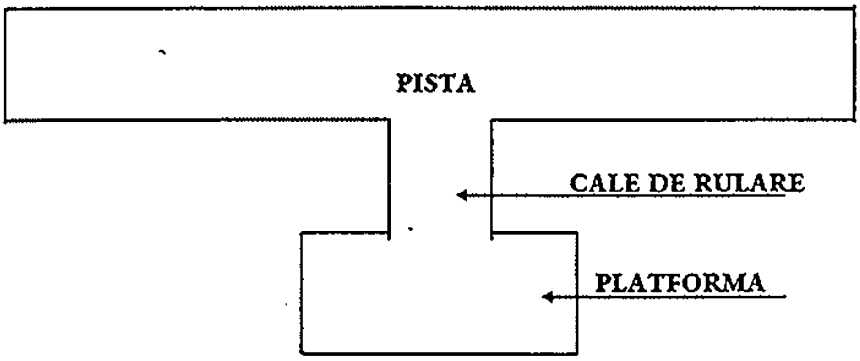


Figura 7.

a. Previziuni de trafic

Traficul mediu zilnic prevăzut pentru o perioadă de 10 ani de la darea în exploatare a aerodromului este conform tabelului următor:

Tipul de avion	Număr de mişcări reale zilnice	Masa totală la decolare (t)	Masă totală la aterizare (t)
Boeing 707-120B	1 rotaţie	117	106
Mercure	2 rotaţii	54	48
Fokker F27	5 rotaţii	20	17

o rotaţie = o decolare + o aterizare

Se presupun mişcările la decolare şi la aterizare repartizate în mod egal pe cele două praguri ale pistei.

b. Caracteristicile pământului de fundare

Pământul de fundare este alcătuit dintr-un material nedrenant, negeliv şi omogen. Modulul de reacţie al pământului de fundare, K_0 este egal cu 50 MN/m^3.

Boeing 707 - 320 (Nr. total de rotații = 2 000)

Mase totale la decolare	110-120 t	120-130 t	130-140 t
Procentul de mişcări	15%	20%	65%

Mase totale la aterizare	80-90 t	90-100 t	100-110 t
Procentul de mişcări	20%	70%	10%

DC 10-10 (Nr. total de rotații = 1 500)

Mase totale la decolare	160-170 t	170- 180 t	180-190 t
Procentul de mişcări	15%	40%	45%

Mase totale la aterizare	130-140 t	140-150 t	150-160 t
Procentul de mişcări	60%	30%	10%

Structura rutieră rigidă aeroportuară este dimensionată pe o durată de viață de 10 ani. Creşterea anuală a numărului de mişcări reale ale fiecărui tip de avion este cuprinsă între 5% şi 15%.

b. Caracteristicile pământului de fundare

Pământul de fundare este alcătuit dintr-un material nedrenant, negeliv şi omogen. Modulul de reacție al pământului de fundare, K_0 este egal cu 50 MN/m^3.

c. Caracteristicile materialelor din alcătuirea straturilor structurii rutiere:

- stratul de formă este alcătuit din nisip şi are grosimea de 15 cm;
- substratul anticapilar este alcătuit din balast şi are o grosime de 20 cm;
- stratul de fundație este alcătuit din balast stabilizat cu ciment şi are o grosime de 20 cm;
- stratul de îmbrăcăminte este realizat dintr-un strat din beton de ciment clasa BcR 5,0 şi cu dispozitive de transfer (gujoane) a încărcărilor la rosturi.

Succesiunea etapelor de calcul

Față de exemplul 1, calculul grosimii dalei din beton diferă începând cu **punctul 3** şi anume : **pct.1.** şi **pct.2.** (vezi **exemplul 1**);

7. Determinarea încărcării reale ponderate P', prin afectarea încărcării reale P cu coeficientul c_F a căror valori sunt prezentate în ***figura 2***, pentru fiecare tip de suprafață aeroportuară, conform ***cap.2.2.2.***

8. Stabilirea numărului de mişcări reale zilnice, N pentru fiecare tip de suprafață aeroportuară, conform schemei de mai jos:

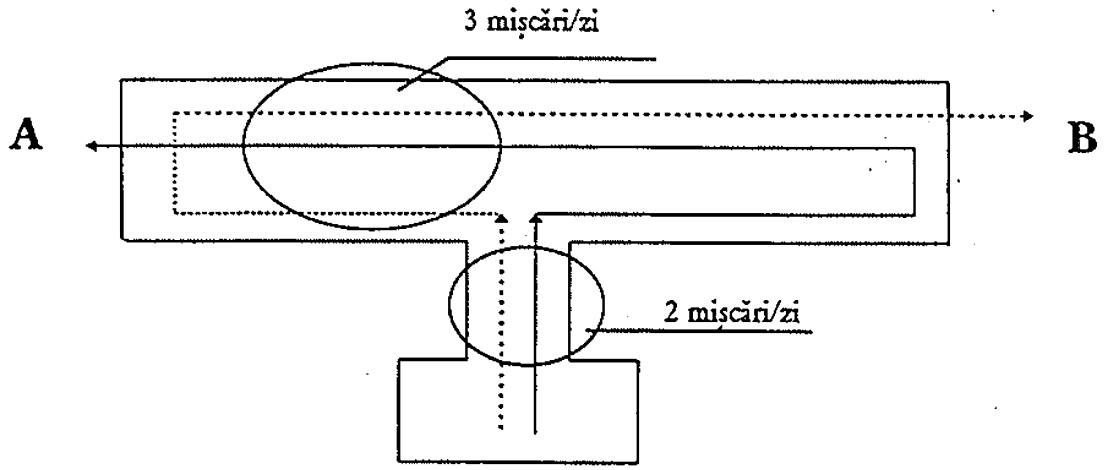


Figura 8.

Pe o jumătate de pistă (după pragul de decolare): o decolare reprezintă două mişcări reale.

Pe calea de rulare şi pe platformă: o decolare reprezintă o mişcare reală.

Pe pistă, deoarece repartiția decolărilor pe cele două praguri este egală: două decolări reprezintă în medie trei mişcări reale.

Numărul mediu de mişcări reale zilnice pe o durată de viață de 10 ani este:

Pistă ..... N = 1,5 mişcări zilnice

Cale de rulare, platformă..... N = 1,0 mişcări zilnice

9. Transformarea încărcării reale ponderate P' pentru fiecare tip de suprafață considerată cu un număr de mişcări reale zilnice timp de 10 ani N, ani în încărcarea normală de calcul P'', pentru 10 mişcări zilnice timp de 10 ani conform **cap.2.2.3.** cu relația :

$$P'' = P' / c \quad (kN)$$

Datele cuprinse la **pct. 6, 7, 8** şi 9 sunt prezentate în tabelul următor:

Nr. crt.	Tip de suprafață aeroportuară	Încărcarea reală P (kN)	Coeficient c_F	Încărcarea reală ponderată P' (kN)	Număr de mișcări reale zilnice N	Coeficientul de corecție c = 1,2 - 0,2logN	Încărcarea normală de calcul P" = P'/ c (kN)
1	Pistă (30 m centrali)	54,6	1	54,6	1,5	1,16	47,0
2	Pistă (în afara celor 30 m centrali)	54,6	0,7	38,2	1,5	1,16	33,0
3	Platformă	54,6	1,2	65,5	1	1,2	54,6
4	Cale de rulare	54,6	1	54,6	1	1,2	45,5

10. Determinarea grosimii dalei din beton de ciment, **H** pentru fiecare tip de suprafață aeroportuară din diagrama de dimensionare corespunzătoare aterizorului tip boghiu **(ANEXELE 3C.1 şi 3C.2)** pentru:

- $K = 100\ MN/m^3$;
- $\sigma_{t\ adm} = 2,1\ MPa$;
- încărcările normale de calcul, **P"** corespunzătoare fiecărei suprafețe aeroportuare.

Nr. crt.	Tip de suprafață aeroportuară	Încărcarea normală de calcul P" (kN)	Grosimea dalei H (cm)
1	Pistă (30 m centrali)	47,0	36
2	Pistă (în afara celor 30 m centrali)	33,0	30
3	Platformă	54,6	40
4	Cale de rulare	45,5	35

Grosimea dalei din beton pentru pistă şi calea de rulare este de 36 cm, iar pentru platformă este de 40 cm.

11. Deoarece, materialele care alcătuiesc straturile structurii rutiere şi pământul de fundare sunt negelive, nu este necesară verificarea structurii rutiere aeroportuare la acțiunea îngheț-dezghețului.

Exemplul 2

Metoda de dimensionare optimizată

Să se dimensioneze în cadrul unui aerodrom existent structura rutieră rigidă a unei noi căi de rulare, care leagă platforma cu pragul pistei pe care se efectuează 75% decolări şi 25% aterizări şi se caracterizează prin următoarele date:

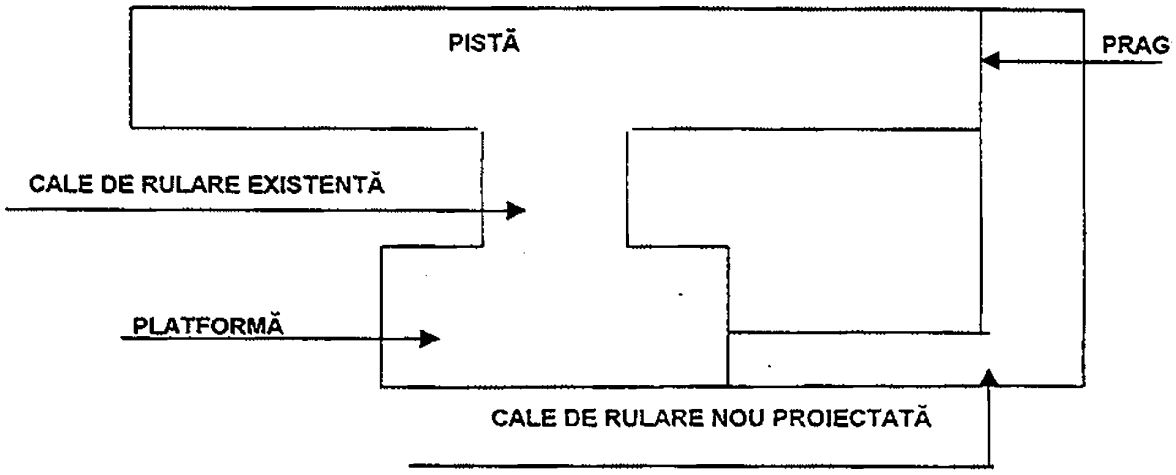


Figura 9.

a. Previziuni de trafic

Traficul real anual prevăzut în primul an (data de dare în exploatare) a noii structuri rutiere aeroportuare (cale de rulare) este stabilit cu compania aeriană sub formă de histograme (o rotaţie = o decolare + o aterizare) pentru avioanele considerate cele mai grele, şi anume: Boeing 747-100, Boeing 707-320 şi DC 10 -10.

Boeing 747 - 100 (Nr. total de rotaţii = 1 000)

Mase totale la decolare	290-300 t	300-310 t	310-320 t	320-330 t
Procentul de mişcări	15%	20%	50%	15%

Mase totale la aterizare	250-260 t	260-270 t	270-280 t
Procentul de mişcări	50%	25%	25%

Ipoteza minimă

Nr. Crt	Tip avion	Aterizor tip	Încărcarea reală totală P_t (kN)	v_s (%)	Încărcarea reală ponderată P' (kN)	Nr. total de mişcări reale pe 10 ani N_c	Nr. de mişcări reale zilnice N	Coef. de corecţie c	Încărcarea normală de calcul P'' (kN)	Grosimea dalei H (cm)
1	B747-100	Boghiu	320	23,1	74	1 420	1	1,20	61,7	32
2	B707-320	Boghiu	130	46,0	60	12 285	3	1,11	54,0	29
3	DC 10-10	Boghiu	185	46,65	87,2	6 380	2	1,14	76,5	36

12. În fiecare ipoteză de trafic se consideră valoarea grosimii iniţiale a dalei egală cu grosimea maximă a dalei rezultată la **pct. 11**, la care se adaugă 1 cm, şi anume:

- în ipoteza maximă valoarea grosimii iniţiale a dalei este egală cu 39 cm;
- în ipoteza minimă valoarea grosimii iniţiale a dalei este egală cu 37 cm.

13. Determinarea încărcărilor admisibile, **Po** pe aterizorul principal, pentru fiecare tip de avion din diagramele de dimensionare pentru aterizor tip boghiu **(ANEXE 3C.2.** şi **3C.3)** în funcţie de:

- grosimea iniţială a dalei **H** egală cu: 39 cm (ipoteza maximă) şi 37 cm (ipoteza minimă);
- σ_t = 3,1 MPa (ipoteza maximă şi ipoteza minimă).;
- **K** = 100 MN/m^3 (ipoteza maximă şi ipoteza minimă).

14. Determinarea încărcărilor admisibile totale P_{t0} pentru fiecare tip de avion, cu relaţia:

$$P_{t0} = P_0 / V_s$$

în care: P_0 este încărcarea admisibilă pe aterizorul principal, determinată pentru fiecare tip de avion din diagramele de dimensionare, conform **pct. 13** ;

V_s - procentul din încărcarea reală totală corespunzător încărcării pe aterizorul principal, determinat din tabelul **ANEXEI 1-**

15. Stabilirea valorilor încărcărilor reale ponderate totale, P'_t corespunzătoare fiecărei clase de mase din histogramele fiecărui tip de avion în cele două ipoteze de trafic: ipoteza maximă şi ipoteza minimă şi determinarea rapoartelor P'_t/P_{t0}. Deoarece, se dimensionează o cale de rulare a unui aerodrom (coeficientul c_F este egal cu 1, conform **cap.2.2.2**), încărcarea reală ponderată totală P_t' este egală cu încărcarea reală totală P_t.

16. Determinarea coeficientului de pondere, c_p cu ajutorul diagramei din ***figura 5*** sau cu relaţia:

$$c_p = 10^{5\left(\frac{P'_t}{P_{t0}}-1\right)}$$

3. Adoptarea coeficientului de siguranță, c_S egal cu 1,8, (conform **cap. 3.5.1.**), deoarece se folosesc dispozitive de transfer al încărcărilor la rosturi, şi anume gujoane.

4. Determinarea tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului, $\sigma_{t\,adm}$.

$$\sigma_{t\,adm} = R_{ti\,90}/c_S = 5,5/1,8 = 3,05 \text{ MPa}$$

5. Determinarea modulului de reacție la suprafața stratului de fundație, **K**, conform **cap. 3.3.3.** Modulul de reacție la suprafața stratului de fundație, **K** este egal cu 100 MN/m^3, conform diagramei din ***figura 3,*** în funcție de:

- modulul de reacție al pământului, K_0 = 50 MN/m^3 (5,0 daN/cm^3);
- grosimea echivalentă a straturilor de sub dala din beton, $H_{ech.}$

Grosimea echivalentă a straturilor de sub dala din beton este egală cu suma grosimilor echivalente ale fiecărui strat obținute prin multiplicarea grosimii efective a stratului respectiv cu coeficientul de echivalare, c_E (conform ***tabelului 5)*** corespunzător modulului de alcătuire al stratului.

$$H_{ech} = 20 \times 1,5 + 20 \times 0,75 + 15 \times 0,5 = 52,5 \text{ cm}$$

6. Stabilirea încărcării reale totale, P_t şi a numărului total de mişcări reale pe durata de viață de 10 ani, N_c corespunzătoare fiecărei clase de mase din histogramele fiecărui tip de avion în următoarele ipoteze de trafic:

Ipoteza maximă:

- numărul de mişcări reale ale fiecărui tip de avion creşte anual cu maximum 15% ;
- încărcarea reală totală a fiecărui tip de avion este egală cu limita superioară a maselor avioanelor din fiecare clasă a histogramelor.

Ipoteza minimă:

- numărul real de mişcări reale ale fiecărui tip de avion creşte anual cu minimum 5%;
- încărcarea reală totală a fiecărui tip de avion este egală cu limita inferioară a maselor avioanelor din fiecare clasă a histogramelor.

Numărul total de mişcări reale ale unui avion pe durata de viață de 10 ani, N_c se determină pe baza numărului de mişcări reale ale avionului în anul 0 (anul dării în exploatare) N_0, cu următoarea relație:

$$N_c = N_0 [1 + (1+p) + (1+p)^2 + ... + (1+p)^9]$$

unde: N_0 este numărul real de mişcări al unui tip de avion în anul 0 (anul dării în exploatare) determinat în histograme;

p - procentul anual de creştere al numărului de mişcări reale ale avioanelor.

Dacă, în această relație, se înlocuieşte **p** cu valorile:

- 15 % (ipoteza maximă), rezultă $N_c = 20,3N_0$
- 5 % (ipoteza minimă), rezultă $N_c = 12,6N_0$

Valorile numărului total de mişcări reale pe durata de 10 ani N_c, corespunzătoare fiecărei clase de mase din histogramele fiecărui tip de avion şi în cele 2 ipoteze de trafic, se determină, conform următoarelor exemple de calcul:

Ipoteza minimă **- Boeing 747-100** - Masa totală la decolare de 320 ...330 t
Limita inferioară : 320 t
Numărul de rotaţii în anul 0 : 1 000 rotaţii
Numărul total de rotaţii pe durata de viaţă de 10 ani : 1 000 x 12,6 = 12 600 rotaţii
Numărul real total de mişcări la decolare : 0,75 x 12 600 = 9 450 mişcări
Numărul real total de mişcări la decolare pentru mase cuprinse între 320 şi 370 t:
0,15 x 9 450 = 1 420 mişcări

Ipoteza maximă **- Boeing 707-320** - Masa totală la aterizare de 80 ...90 t
Limita superioară : 90 t
Numărul de rotaţii în anul 0 : 2 000 rotaţii
Numărul total de rotaţii pe durata de viaţă de 10 ani : 20,3 x 2 000 = 40 600 rotaţii
Numărul real total de mişcări la aterizare : 0,25 x 40 600 = 10 150 mişcări
Numărul real total de mişcări la aterizare pentru mase cuprinse între 100 şi 110 t
0,2 x 10 150 = 2 030 mişcări

Încărcările reale totale P_t şi numărul total de mişcări reale pe o durată de viaţă de 10 ani, Nc, corespunzătoare fiecărei clase de mase din histogramele fiecărui tip de avion, sunt prezentate în tabelul următor.

Ipoteza minimă			Ipoteza maximă		
Tip de avion	Încărcarea reală totală P_t (kN)	Număr total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani N_c	Tip de avion	Încărcarea reală totală P_t (kN)	Număr total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani N_c
Boeing 747-100	320	1 420	Boeing 747-100	330	2 285
	310	4 725		320	7 610
	300	1 890		310	3 045
	290	1 420		300	2 285
	270	785		280	1 270
	260	785		270	1 270
	250	1 575		260	2 535
Boeing 707-320	130	12 285	Boeing 707-320	140	19 790
	120	3 780		130	6 090
	110	2 835		120	4 570
	100	630		110	1 015
	90	4 410		100	7 105
	80	1 260		90	2 030
DC10-10	180	6 380	DC 10-10	190	10 275
	170	5 670		180	9 135
	160	2 125		170	3 425
	150	470		160	760
	140	1 420		150	2 285
	130	2 835		140	4 570

7. Stabilirea valorilor încărcărilor reale, **P** ale fiecărui tip de avion. Din tabelul de mai sus, se consideră că, avionul care are încărcarea reală totală, P_t cea mai mare în cadrul fiecărui tip de avion, frecventează singur structura rutieră aeroportuară care se dimensionează. Pentru aceste avioane, se stabilesc valorile încărcărilor reale, **P**, cu relația:

$$P = P_t \times V_s$$

în care: P_t este încărcarea reală totală a avionului;

V_s - procentul din încărcarea reală totală corespunzător încărcării pe aterizorul principal, determinat din tabelul **ANEXEI 1.**

8. Determinarea încărcărilor reale ponderate **P'** pentru avioanele considerate la **pct 7.** Deoarece, se dimensionează o cale de rulare a unui aerodrom (coeficientul c_F este egal cu 1, conform **cap.2.2.2**), încărcarea reală ponderată **P'** este egală cu încărcarea reală **P.**

9. Determinarea numărului de mișcări reale zilnice, **N** pentru avioanele considerate la **pct 7.**, pe baza valorii numărului total de mișcări reale pe durata de viață de 10 ani, N_c.

10. Transformarea încărcărilor reale ponderate **P'** în încărcări normale de calcul **P"** pentru avioanele considerate la **pct 7.**, conform **capitolului 2.2.3.** și anume:

$$P'' = \frac{P'}{c} = \frac{P'}{1{,}2 - 0{,}2 \log N}$$

11. Determinarea grosimii dalei din beton, **H**, din diagramele de dimensionare pentru aterizor tip boghiu **(ANEXELE 3C.2 și 3C.3)**, corespunzătoare fiecărui tip de avion considerat în cele două ipoteze de trafic.

Toate cele descrise la **pct. 7, 8, 9,10 și 11** sunt prezentate în tabelele următoare:

Ipoteza maximă

Nr. Crt	Tip de avion	Aterizor tip	Încărcarea reală totală P_t (kN)	V_s (%)	Încărcarea reală ponderată P' (kN)	Nr. total de mișcări reale pe 10 ani N_c	Nr. de mișcări reale zilnice N	Coef. de corecție c	Încărcarea normală de calcul P" (kN)	Grosimea dalei H (cm)
1	B747-100	Boghiu	330	23,1	76,2	2 285	1	1,20	63, 5	33
2	B707-320	Boghiu	140	46,0	64,4	19 790	7	1,03	62, 5	32
3	DC 10-10	Boghiu	195	47,15	92,0	10 275	3	1,11	82, 8	38

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare	Procentul de încărcare pe aterizorul din față	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							
				Încărcarea pe osie	Presiunea în pneuri		Suprafața de contact a pneurilor	Distanțele dintre roți			Date complementare pentru aterizoarele complexe
								S	S_T	S_D	
	Kg	%		daN	MPa	daN/cm²	cm²	cm			
B 707 - 320 C Cargo	152.467	6,6	DT	71.174	1,24	12,7	1.401	88	142	167,1	-
B 707 - 320 C Convertible	152.407	6,6	DT	71.174	1,24	12,7	1.401	88	142	167,1	-
B 720	104.326	5,2	DT	49.451	1,00	10,2	1.212	81	124	148,1	-
B 720 B	106.594	7,2	DT	49.460	1,00	10,2	1.212	81	124	148,1	-
B 727 - 100 C	73.028	9,2	D	33.154	1,09	11,1	1.493	86	-	-	-
B 727 - 100	77.110	9,6	D	34.854	1,14	11,5	1.515	86	-	-	-
B 727 - 200 Standard	78.471	7,6	D	36.254	1,15	11,7	1.549	86	-	-	-
B 727 - 200 Advanced	84.277	6,6	D	39.357	1,02	10,4	1.892	86	-	-	-
B 727 - 200 Advanced	86.636	6,8	D	40.372	1,02	10,4	1.941	86	-	-	-
B 727 - 200 Advanced	89.675	7,2	D	41.609	1,15	11,7	1.778	86	-	-	-
B 727 - 200 Advanced	95.254	7,8	D	43.912	1,15	11,7	1.877	86	-	-	-
B 737 - 100	44.361	7,6	D	20.495	0,92	9,4	1.090	78	-	-	-
B 737 - 200	45.722	7,2	D	21.215	0,95	9,7	1.094	78	-	-	-
B 737 - 200	52.616	9,0	D	23.940	1,10	11,2	1.069	78	-	-	-
B 737 - 200	52.616	9,0	D	23.940	0,63	6,4	1.870	78	-	-	-
B 737 - 200 C Advanced	53.297	7,2	D	24.730	1,16	11,9	1.041	78	-	-	-
B 737 - 200 C Advanced	56.699	7,4	D	26.252	1,23	12,5	1.049	78	-	-	-

17. Determinarea numărului total de mişcări echivalente pe durata de viaţă de 10 ani, N_c' pentru fiecare tip de avion, prin afectarea numărului total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani, N_c cu coeficientul de pondere c_p, conform relaţiei:

$$N_c' = c_P \times N_c$$

18. Determinarea traficului echivalent din însumarea numărului total de mişcări echivalente ale fiecărui avion pentru fiecare ipoteză de trafic.

Datele cuprinse la **pct. 12, 13, 14, 15, 16, 17** şi **18** sunt prezentate în următoarele tabele.

Ipoteza minimă

Nr. crt.	Tip avion	Încărcarea reală ponderată totală P'_t (kN)	P_0 (kN)	V_S (%)	Încărcarea admisibilă totală P_{t0} (kN)	$\frac{P'_t}{P_{t0}}$	c_p	Nr. total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani N_c	Nr. total de mişcări echivalente pe durata de viaţă de 10 ani N'_c
1	B747-100	320	78	23,1	341	0,94	0,492	1 420	699
		310				0,91	0,351	4 725	1 659
		300				0,88	0,251	1 890	473
		290				0,85	0,179	1 420	254
		270				0,79	0,091	785	71
		260				0,76	0,065	785	51
		250				0,73	0,046	1 575	73
2	B707-320	130	78	46,0	169	0,77	0,070	12 285	862
		120				0,71	0,036	3 780	134
		110				0,65	0,018	2 835	51
		100				0,59	0,009	630	6
		90				0,53	0,005	4 410	20
		80				0,47	0,002	1 260	3
3	DC 10-10	180	78	46,65	168	1,07	2,276	6 380	14 520
		170				1,01	1,147	5 670	6 503
		160				0,95	0,578	2 125	1 228
		150				0,89	0,291	470	137
		140				0,83	0,147	1 420	208
		130				0,77	0,074	2 835	210
								Trafic echivalent:	27 163 mişcări (< 36 500 mişcări)

Ipoteza maximă

Nr. crt.	Tip avion	Încărcarea reală ponderată totală P'_t (kN)	P_0 (kN)	V_S (%)	Încărcarea admisibilă totală P_{to} (kN)	$\frac{P'_t}{P_{to}}$	c_p	Nr. total de mişcări reale pe durata de viaţă de 10 ani N_c	Nr. total de mişcări echivalente pe durata de viaţă de 10 ani N'_c
1	B747-100	330	84	23,1	368	0,90	0,305	2 285	696
		320				0,87	0,223	7 610	1 695
		310				0,84	0,163	3 045	496
		300				0,82	0,119	2 285	272
		280				0,76	0,064	1 270	81
		270				0,73	0,047	1 270	59
		260				0,71	0,034	2 540	87
2	B707-320	140	84	46,0	183	0,77	0,067	19 790	1 323
		130				0,71	0,036	6 090	218
		120				0,66	0,019	4 570	87
		110				0,60	0,010	1 015	10
		100				0,55	0,005	7 105	38
		90				0,49	0,003	2 030	6
3	DC 10-10	190	84	46,65	182	1,04	1,659	10 275	17 044
		180				0,99	0,881	9 135	8 049
		170				0,93	0,468	3 425	1 603
		160				0,88	0,249	760	189
		150				0,82	0,132	2 285	302
		140				0,77	0,070	4 570	321
							Trafic echivalent:		32 576 mişcări (36 500 mişcări)

19. Valoarea traficului echivalent determinat în ambele ipoteze este inferioară valorii admisibile de 36 500 mişcări, dar apropiată de această valoare, deci grosimea iniţială a dalei din ambele ipoteze este corectă.

Grosimea dalei din beton de ciment, H este de 39 cm.

20. Verificarea la acţiunea îngheţ-dezgheţului nu este necesară, deoarece materialele care alcătuiesc straturile structurii rutiere rigide aeroportuare şi pământul de fundare sunt negelive .

ANEXA 1

CARACTERISTICILE AERONAVELOR PENTRU DIMENSIONAREA ŞI VERIFICAREA STRUCTURILOR RUTIERE

NOTĂ: D = aterizor tip dual

DT = aterizor tip boghiu

COM = aterizor cu configuraţie complexă

F = în faţă

S = ecartament (distanţa dintre două roţi ale acelelaşi osii)

S_T = ampatament (distanţa dintre cele două osii ale boghiului)

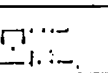
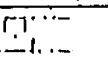
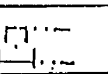
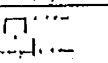
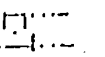
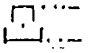
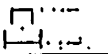
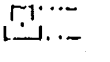
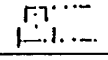
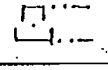
S_D = distanţa pe diagonală dintre două roţi ale boghiului

R = în spate

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare	Procentul de încărcare pe aterizorul din faţă	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							
				Încărcarea pe osie	Presiunea în pneuri		Suprafaţa de contact a pneurilor	Distanţele dintre roţi			Date complementare pentru aterizoarele complexe
								S	S_T	S_D	
	Kg	%		daN	MPa	daN/cm²	cm²	cm			
A 300 Airbus Modele B2	142.000	7,0	DT	66.030	1,23	12,6	1.310	89	140	165,9	-
A 300 Airbus Modele B4	157.000	7,0	DT	73.005	1,41	14,41	1.267	93	140	168,1	-
Ambassador	24.975	9,0	D	11.363	0,55	5,6	1.015	58	-	-	-
Argosy 102	39.960	8,0	D	18.381	0,61	6,2	1.483	72	-	-	-
BAC 1-11 Serie 400	39.690	5,0	D	18.853	0,93	9,5	992	53	-	-	-
BAC 1-11 Serie 475	44.679	5,0	D	21.223	0,57	5,8	1.830	62	-	-	-
BAC 1-11 Serie 500	47.400	5,0	D	22.515	1,08	11,0	1.023	53	-	-	-
B 707 - 120 B	117.027	6,6	DT	54.652	1,17	12,0	1.139	86	142	166,0	-
B 707 - 320/420	143.335	8,0	DT	65.934	1,24	12,7	1.298	88	142	167,1	-
B 707 - 320 B	148.778	8,0	DT	68.438	1,24	12,7	1.353	88	142	167,1	-

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare	Procentul de încărcare pe aterizorul din faţă	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							Date complementare pentru aterizoarele complexe
				Încărcarea pe osie	Presiunea în pneuri		Suprafaţa de contact a pneurilor	Distanţele dintre roţi			
								S	S_T	S_D	
	Kg	%		daN	MPa	daN/cm²	cm²	cm			
F 27 Friendship Mk 200/Mk 400	19.780	5,0	D	9.394	0,54	5,5	854	45	-	-	
F 27 Friendship Mk 500	19.777	5,0	D	9.394	0,54	5,5	854	45	-	-	
F 28 Fellowship Mk 1000 LTP	29.484	7,4	D	13.651	0,58	5,9	1.157	58	-	-	
F 28 Fellowship Mk 1000 HTP	29.484	7,4	D	13.651	0,69	7,0	975	55	-	-	
F 28 Fellowship Mk 2000 LTP	29.460	6,0	D	13.846	0,50	5,1	1.358	58	-	-	
F 28 Fellowship Mk 2000 HTP	29.460	6,0	D	13.846	0,69	7,0	989	55	-	-	
Herald 700	20.390	10,0	D	9.174	0,43	4,4	1.043	48	-	-	
HS - 400 A - 400 B	10.600	9,0	D	4.824	0,77	7,9	305	32	-	-	
HS 125 – 600 A - 600 B	11.340	9,0	D	5.160	0,83	8,5	304	32	-	-	
HS 146 - 100	33.330	7,0	D	15.500	0,69	7,0	1.107	71	-	-	
HS 146 - 200	39.755	6,0	D	18.685	0,69	7,0	1.335	71	-	-	
HS 748 - 2	21.092	12,8	D	9.196	0,59	6,0	766	48	-	-	
IL 62	161.570	9,0	DT	73.514	1,65	16,8	1.094	80	165	183,4	
Jetstar	19.270	15,0	D	8.188	1,52	15,5	264	34	-	-	

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare	Procentul de încărcare pe aterizorul din faţă	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							Date complementare pentru aterizoarele complexe
				Încărcarea pe osie	Presiunea în pneuri		Suprafaţa de contact a pneurilor	Distanţele dintre roţi			
								S	S_T	S_D	
	kg	%		daN	MPa	daN/cm²	cm²	cm			
B 737 - 200 Advanced	58.332	8,0	D	26.833	1,26	12,8	1.049	78	-	-	
B 747-100 B SR	237.228	3,6	COM	57.172	1,04	10,6	1.347	112	147	184,8	Încărcarea se repartizează în mod egal pe 4 aterizoare principale tip boghiu.
B 747 - 100	323.410	6,4	COM	75.678	1,50	15,3	1.241	112	147	184,8	-"-
B 747 - 100 B Passagers	334,749	7,6	COM	77,327	1,56	15,9	1,217	112	147	184,8	-"-
B 747 - 100 B	341.553	7,6	COM	78.899	1,32	13,4	1.470	112	147	184,8	-"-
B 747 - SP	300.730	8,4	COM	68.867	1,30	13,2	1.303	110	137	175,7	-"-
B 747 - SP	318.881	12,4	COM	69.835	1,40	14,3	1.224	110	137	175,7	-"-
B 747 - 200 B	352.893	5,6	COM	83.283	1,37	13,9	1.497	112	147	184,8	-"-
B 747 - 200 C	373.305	7,6	COM	86.233	1,30	13,2	1.633	112	147	184,8	-"-
B 747 - 200 F	379.201	9,2	COM	86.079	1,39	14,1	1.526	112	147	184,8	-"-
B 757 - 200	100.243	6,8	DT	46.713	1,11	11,3	1.032	86	114	142,8	
B 757 - 200	104.782	8,4	DT	47.990	1,16	11,8	1.016	86	114	142,8	
B 757 - 200	109.318	9,4	DT	49.521	1,21	12,3	1.007	86	114	142,8	
B 767 - 200	136.984	6,2	DT	64.245	1,26	12,9	1.249	114	142	182,1	
B 767 - 200	128.820	6,2	DT	60.417	1,26	12,9	1.175	114	142	182,1	
B 767 - 200	141.520	6,2	DT	63.373	1,26	12,9	1.290	114	142	182,1	
Britannia Serie 100	70.440	5,7	COM	33.212	1,05	10,7	776	F 43 R 69	122	134,2	
Britannia Serie 300	84.000	5,2	COM	39.814	1,00	10,2	930	F 51 R 76	122	137,5	

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare kg	Procentul de încărcare pe aterizorul din faţă %	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							Date complementare pentru aterizoarele complexe
				Încărcarea pe osie daN	Presiunea în pneuri		Suprafaţa de contact a pneurilor cm²	Distanţele dintre roţi			
					MPa	daN/cm²		S	S_T	S_D	
								cm			
Caravelle 3	48.010	9,0	COM	21.846	F 0,80 R 1,24	F 8,2 R 12,6	F 666 R 433	F 38 R 41	107	114,1	
Caravelle 6	48.010	7,8	COM	22.134	F 0,80 R 1,24	F 8,2 R 12,6	F 675 R 439	F 38 R 41	107	114,1	
Caravelle 10	52.000	7,8	COM	23.966	F 0,75 R 1,17	F 7,7 R 11,9	F 778 R 504	F 45 R 40	107	115,1	
Carravelle 11 R	51.990	7,4	COM	24.070	F 0,75 R 1,17	F 7,7 R 11,9	F 782 R 506	F 45 R 40	97	105,9	
Caravelle 12	55.960	8,0	COM	25.743	F 0,69 R 1,08	F 7,7 R 11,9	919 585	F 38 R 41	107	114,1	
Caravelle Super 8	51.990	6,8	COM	24.226	F 0,69 R 1,08	F 7,7 R 11,9	865 551	F 45 R 40	107	115,1	
Canadair CL 44	95.708	5,0	COM	45.461	1,12	11,4	997	F 51 R 76	122	137,5	
Comet 4	73.500	4,7	COM	35.021	1,07	10,9	803	F 49 R 41	114	122,6	
Comet 4 B	71.660	4,8	COM	34.111	1,03	10,5	812	F 49 R 41	114	122,6	
Comet 4 C	73.500	4,8	COM	34.984	1,10	11,2	781	F 49 R 41	114	122,6	
Concorda	185.066	4,0	DT	88.803	1,26	12,9	1.721	68	167	180,3	
CV 880 M	87.770	6,8	DT	40.901	1,03	10,5	974	55	114	126,6	

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare kg	Procentul de încărcare pe aterizorul din faţă %	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							Date complementare pentru aterizoarele complexe
				Încărcarea pe osie daN	Presiunea în pneuri		Suprafaţa de contact a pneurilor cm²	Distanţele dintre roţi			
					MPa	daN/cm²		S	S_T	S_D	
								cm			
CV 990	115.666	3,0	DT	56.098	1,28	13,0	1.079	61	118	132,8	
DC – 3	11.430	6,4	Sin	5.349	0,31	3,2	1.672	-	-	-	
DC – 4	33.113	6,5	D	15.480	0,53	5,4	1.433	74	-	-	
DC –6	44.040	12,5	D	19.266	0,48	4,9	1.966	78	-	-	
DC - 6 A/B	48.520	12,0	D	21.350	0,73	7,4	1.443	78	-	-	
DC - 8 – 43	144.242	7,0	DT	67.073	1,22	12,4	1.352	76	140	159,3	
DC - 8 – 55	148.778	6,0	DT	69.926	1,28	13,1	1.334	76	140	159,3	
DC - 8 – 61	148.778	4,0	DT	71.413	1,30	13,3	1.342	76	140	159,3	
DC - 8 - 62	160.121	4,0	DT	76.858	1,29	13,2	1.456	81	140	161,7	
DC - 8 – 63	162.386	4,8	DT	77.296	1,30	13,7	1.411	81	140	161,7	
DC - 9 – 15	41.504	7,6	D	19.175	0,90	9,1	1.054	61	-	-	
DC - 9 – 21	45.813	5,7	D	21.624	0,98	10,0	1.081	64	-	-	
DC - 9 – 32	49.442	7,6	D	22.842	1,05	10,7	1.067	64	-	-	
DC - 9 – 41	52.163	6,7	D	24.334	1,10	11,2	1.086	66	-	-	
DC - 9 – 51	55.338	6,0	D	26.009	1,17	12,0	1.088	66	-	-	
DC - 9 – 81	63.958	4,4	D	30.572	1,17	12,0	1.279	71	-	-	
DC - 9 – 82	67.133	4,7	D	31.999	1,24	12,7	1.264	71	-	-	
DC – 10 – 10	196.406	5,7	DT	92.605	1,28	13,0	1.781	137	163	212,9	
DC – 10 – 30	253.105	8,4	COM	95.421	1,17	12,0	1.988	137	163	212,9	Încărcarea se repartizează pe 3 aterizoare principale, din care 2 tip boghiu şi unul central tip dual.
DC – 10 - 40	253.105	8,4	COM	95.421	1,17	12,0	1.988	137	163	212,9	- " -
Dash 7	19.867	6,5	D	9.288	0,74	7,5	619	42	-	-	
F 27 Friendship Mk 100/Mk 300	18.350	5,0	D	8.716	0,51	5,2	838	45	-	-	

METODA DE DETERMINARE A MODULULUI DE REACȚIE AL PĂMÂNTULUI

1. Definiție

Modulul de reacție al pământului, K_0, este egal prin definiție, cu:

$$K_0 = \frac{70}{w}$$

unde:

w este deformația medie exprimată în cm a unei plăci de 75 cm diametru, așezată pe pământ și încărcată cu o presiune de 70 kPa (0,70 daN/cm^2), aproximativ 3 kN.

2. Aparatura

- O placă rigidă cu diametrul de 75 cm. În general, această placă este din oțel și de grosime unică de 25 mm. Se poate, de asemenea, realiza din suprapunere de plăci având grosimea de 10 mm și de diametre descrescătoare: 75 cm - 60 cm - 45 cm - 30 cm.

- O verină hidraulică cu o putere de 5 t sprijinită pe placa de mai sus, în centrul său, cu un dispozitiv în formă rotundă. Această verină trebuie să fie dotată cu un manometru ce va fi etalonat recent; se recomandă echiparea cu un inel dinamometric.

- Un portic sub care verina va apăsa pentru a aplica încărcarea pe placă. Acest portic, se poate realiza dintr-un simplu profil de 5 sau 6 m, pe care apasă 2 camioane încărcate, dispuse paralel sau cu un singur camion cu șasiu mare. Este necesar ca, roțile camionului sau ale celor două camioane, să fie plasate la mai mult de 2 m de marginea plăcii de încărcare.

- Trei sau patru comparatoare cu precizie de sutime de milimetru dispuse simetric pe placă în zona mediană a acesteia. Un cadru metalic alăturat servește ca suport al comparatoarelor și trebuie să se sprijine pe pământ la cel puțin 2 m de centrul plăcii și de roțile camioanelor.

3. Modul de lucru

Pământul este decapat până la nivelul din proiect al platformei, apoi este compactat cu maiul, pentru a atinge aproximativ compactarea pământului care se va obține sub îmbrăcămintea din beton*).

---

*) Dacă se face încercarea în sezon uscat și dacă există riscul de infiltrație capilară sub viitoarea îmbrăcăminte, se va stropi abundent pământul în jurul plăcii, aceasta fiind deja așezată pe locul respectiv.

Pentru a asigura un bun contact între pământ şi placă, se procedează astfel:

a. Se aşează sub placă un strat de nisip fin de aproximativ 3 cm grosime sau un strat de ipsos, sau un strat de mortar de ciment preparat pe loc.

b. Dacă pământul este destul de plastic, se încarcă placa cu 10 kPa (0,1 daN/cm^2) cu ajutorul verinei.

În cazul a, se va aplica mai întâi, timp de 30 secunde o încărcare de 10 kPa pe placă pentru o bună aşezare a tuturor elementelor dispozitivului. Apoi se suprimă încărcarea şi îndată ce comparatoarele sunt stabilizate, se notează indicaţiile lor : fie C_0 (cm) media lor.

Se aplică după aceea, pe o durată de 10 secunde, încărcarea de 70 kPa şi se menţine această constantă până când variaţia comparatoarelor devine inferioară valorii de 5 sutimi de mm/minut.

Fie C_1 (cm) indicaţiile comparatoarelor în acest moment.

Rezultă:

$$w = C_1 - C_0 \text{ (cm)}$$

de unde:

$$K_0 = \frac{70}{C_1 - C_0}$$

În cazul b, se aplică încărcarea de 10 kPa până când comparatoarele nu variază mai mult decât în cazul precedent. Se citeşte atunci C'_0 (cm). Apoi se sporeşte încărcarea de la 10 kPa la 70 kPa şi se citesc indicaţiile C'_1 (cm) ale comparatoarelor după stabilizare ca şi mai sus.

În final:

$$K_0 = \frac{60}{C'_1 - C'_0}$$

NOTĂ:

În cazul în care structura rutieră rigidă este pentru un aerodrom de importanţă redusă, se va putea înlocui placa cu diametrul de 75 cm cu o placă cu diametrul de 50 cm şi de 20 mm grosime. Această placă este mai uşor de manipulat decât precedenta (30 kg în loc de 86 kg). Este suficientă o încărcare de 1,4 kN în loc de 3 kN; putându-se utiliza un camion cu şasiu lung. De asemenea, este suficientă distanţa de 1,2 m care separă roţile camionului de marginea plăcii de încărcare. Se va opera aşa cum s-a arătat mai sus, iar valorile lui K_0 vor fi calculate în modul următor:

- În cazul **a.** : $K_0 = \frac{70}{C_1 - C_0} x \frac{50}{75}$

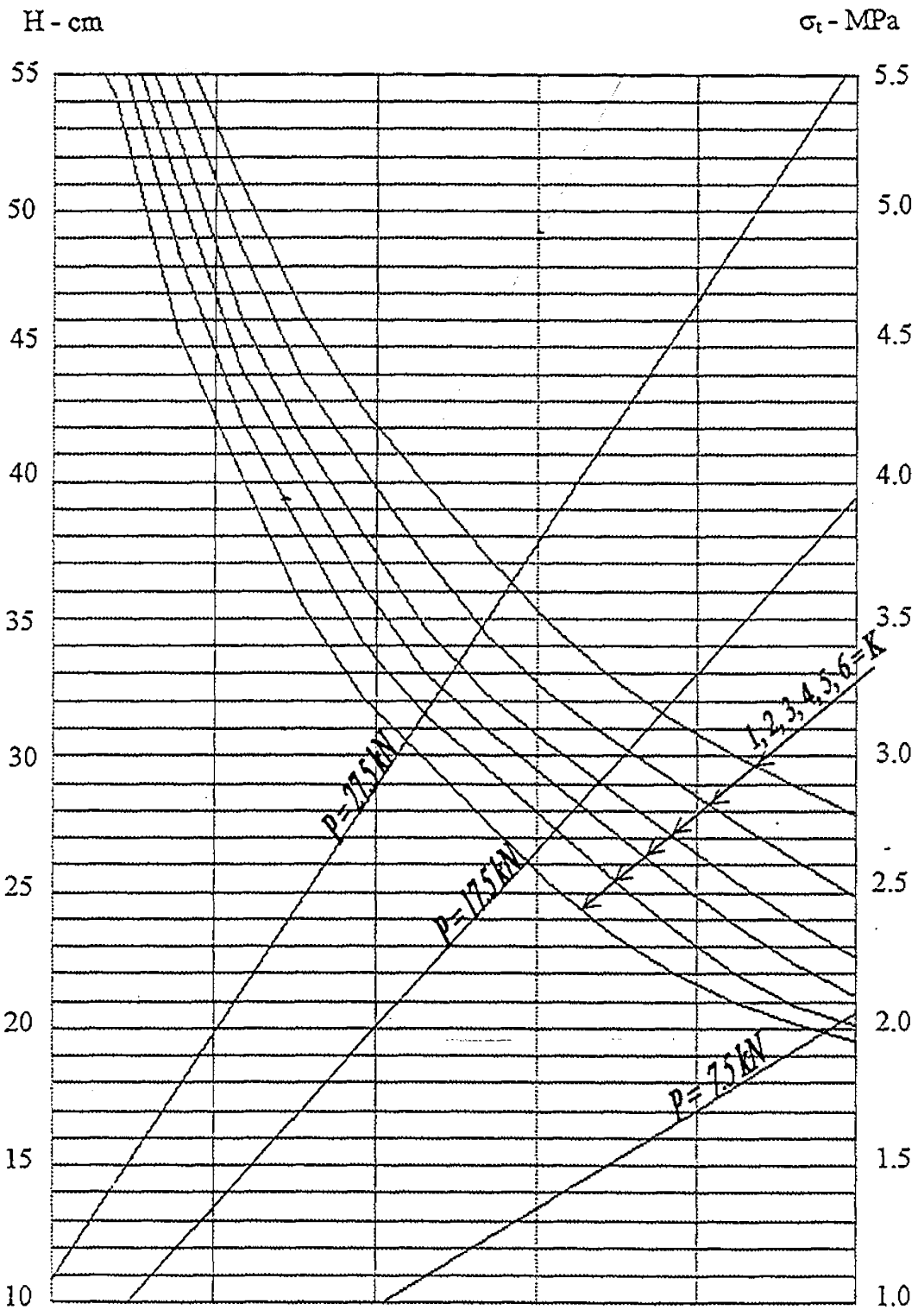
- În cazul **b.** : $K_0 = \frac{60}{C'_1 - C'_0} x \frac{50}{75}$

ANEXA 3

Diagrame de dimensionare a structurilor rutiere rigide pentru aterizoare tip

Tip de aeronavă	Masa totală la decolare	Procentul de încărcare pe aterizorul din față	Tip de aterizor	CARACTERISTICILE OSIILOR ATERIZOARELOR PRINCIPALE							
				Încărcarea pe osie	Presiunea în pneuri		Suprafața de contact a pneurilor	Distanțele dintre roți			Date complementare pentru aterizoarele complexe
								S	S_T	S_D	
	Kg	%		daN	MPa	daN/cm²	cm²	cm			
L 1011-1	195.952	5,2	DT	92.881	1,33	13,6	1.707	132	178	221,6	
L-1011-100/200	212.281	6,4	DT	99.348	1,21	12,3	2.021	132	178	221,6	
L-1011-500	225.889	7,6	DT	104.361	1,27	12,9	2.018	132	178	221,6	
Trident 1.1 c	52.190	7,8	COM	24.060	0,99	10,1	596	-	-	-	
Trident 1 E	61.160	7,8	COM	28.196	1,03	10,5	671	-	-	-	
Trident 2 E	65.998	6,0	COM	31.019	1,07	10,9	711	-	-	-	
Trident 3	68.266	9,0	COM	31.095	1,14	11,6	670	-	-	-	
Trident Super 3	72.120	8,0	COM	33.896	1,17	11,9	712	-	-	-	
TU 104 A	77.980	10,0	COM	35.092	0,98	10,0	877	F 95 R 100	120	154,6	
TU 154	90.010	10,0	COM	40.505	0,90	9,2	734	95	F 105 R 100	225,9	
VC 10-1100	140.980	4,5	DT	67.317	0,84	8,6	1.957	86	155	177,3	
VC 10-1150	151.953	3,5	DT	73.317	1,01	10,3	1.780	86	155	177,3	
Viscount 701	27.220	8,0	D	12.520	0,73	7,4	846	48	-	-	
Viscount 802	29.260	8,0	D	13.458	0,79	8,1	831	48	-	-	

ANEXA 3B.1.

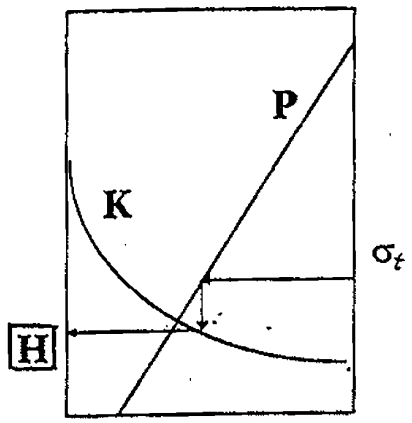


Diagramă pentru aterizor tip dual P = 7.5, 17.5, 27.5 kN

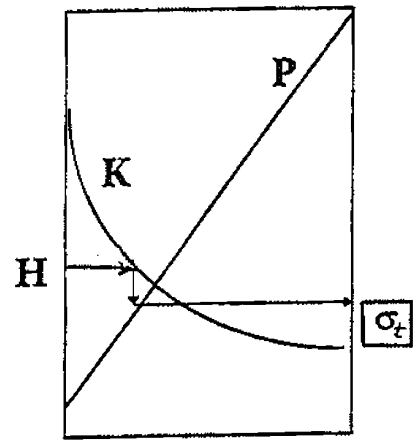
1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

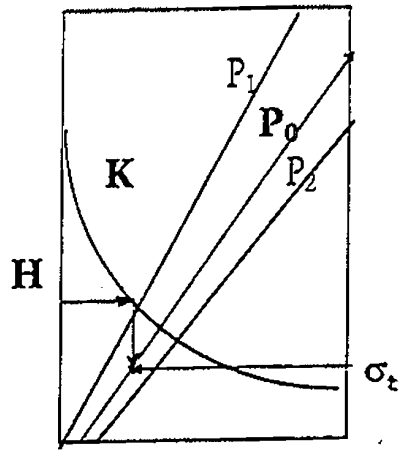
INDICAȚII PRIVIND UTILIZAREA DIAGRAMELOR DE DIMENSIONARE



Calculul grosimii dalei **H** în funcție de încărcarea normală de calcul **P**, modulul de reacție la suprafața stratului de fundație **K** și tensiunea la întindere din încovoiere admisibilă a betonului σ_t.



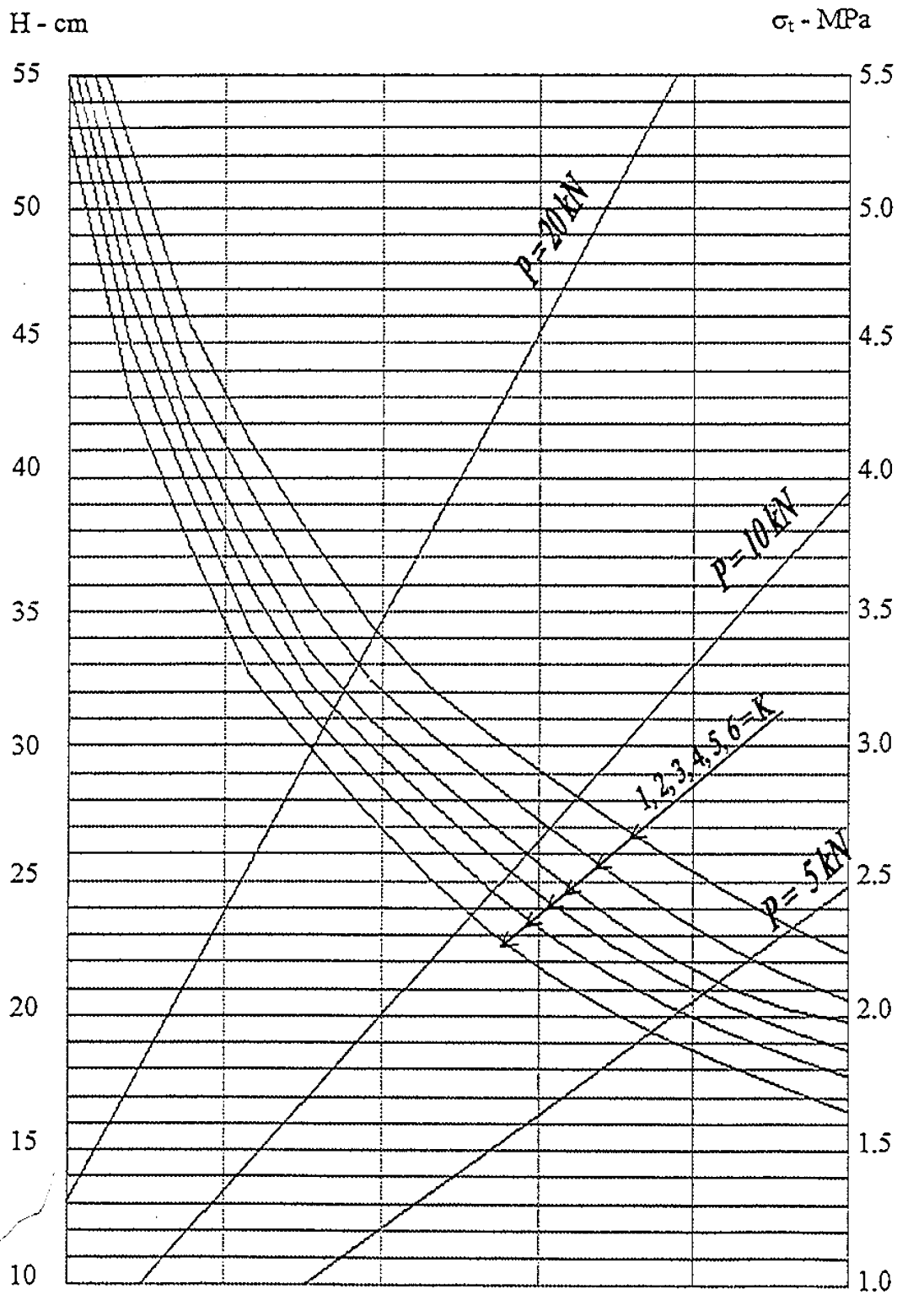
Calculul tensiunii la întindere din încovoiere admisibilă a betonului σ_t în funcție de încărcarea normală de calcul **P**, modulul de reacție la suprafața stratului de fundație **K** și grosimea dalei **H**.



Determinarea încărcării admisibile $\mathbf{P_0}$ în funcție de modulul de reacție la suprafața stratului de fundație **K**, tensiunea la întindere din încovoiere admisibilă a betonului σ_t și grosimea dalei **H**.

$$P_1 < \mathbf{P_0} < P_2$$

ANEXA 3A.1.



Diagramă pentru aterizor tip roată simplă P = 5, 10, 20 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3A.2.

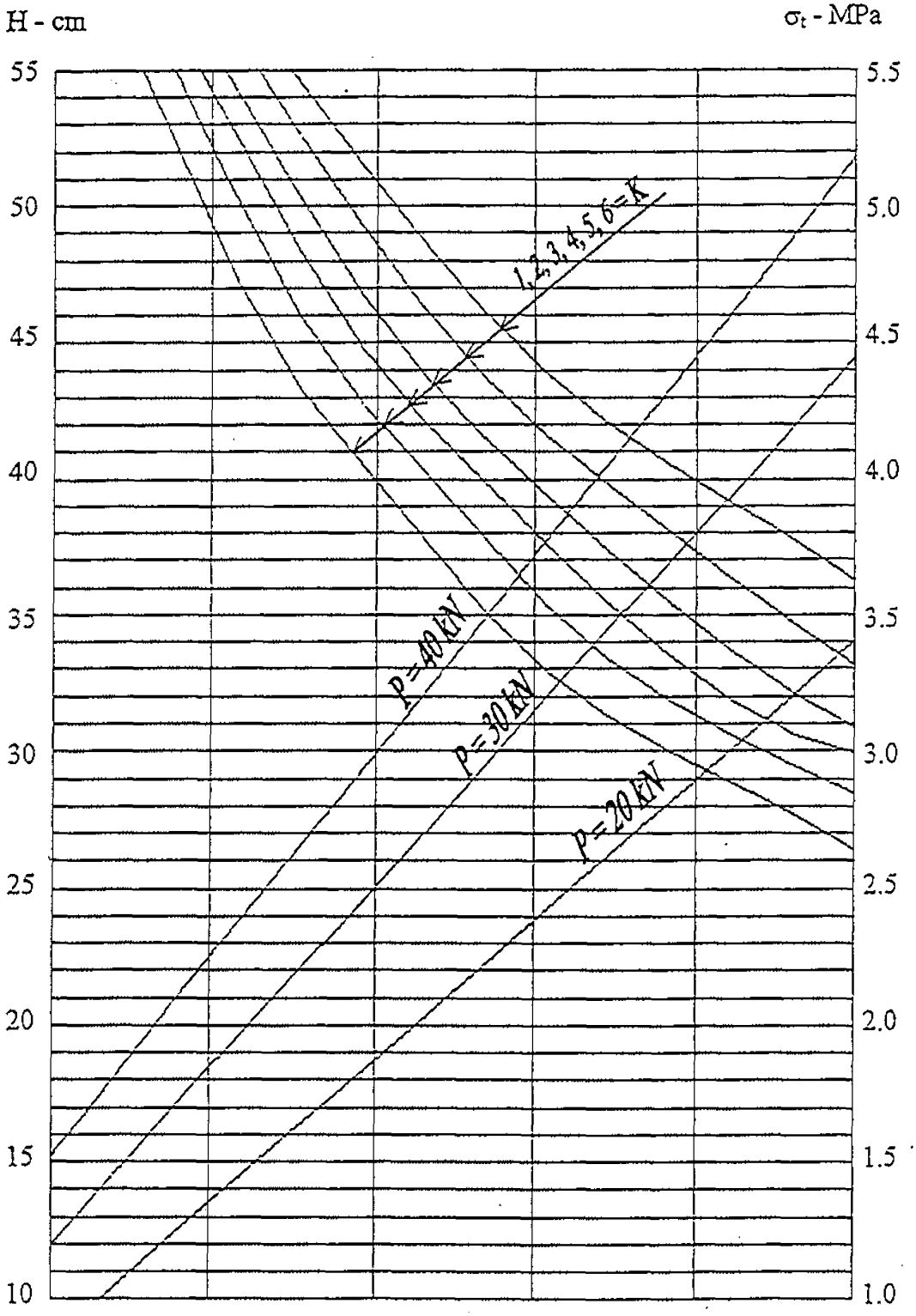
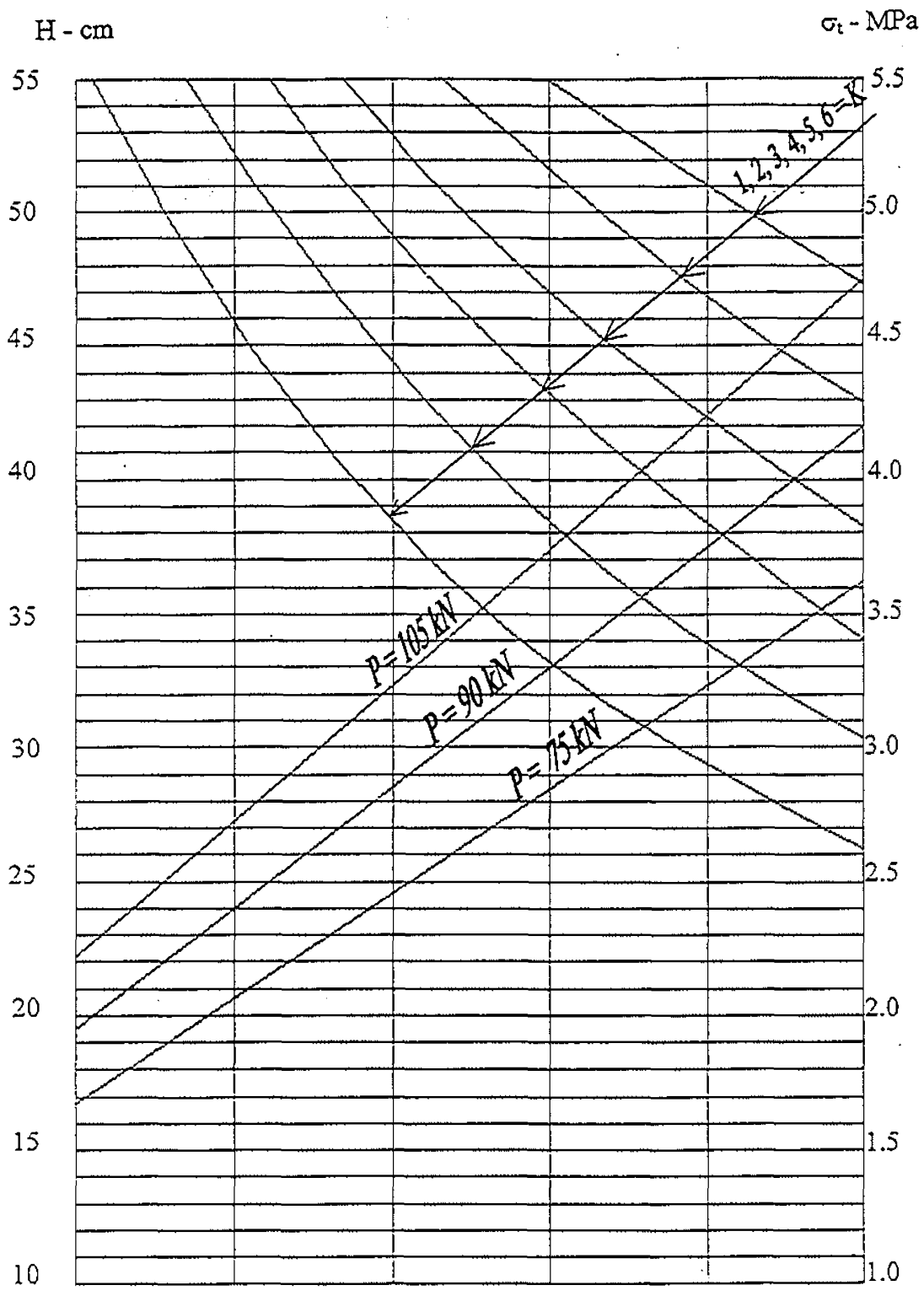


Figura 3: Diagramă pentru aterizor tip roată simplă P = 20, 30, 40 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3
4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3C.3.

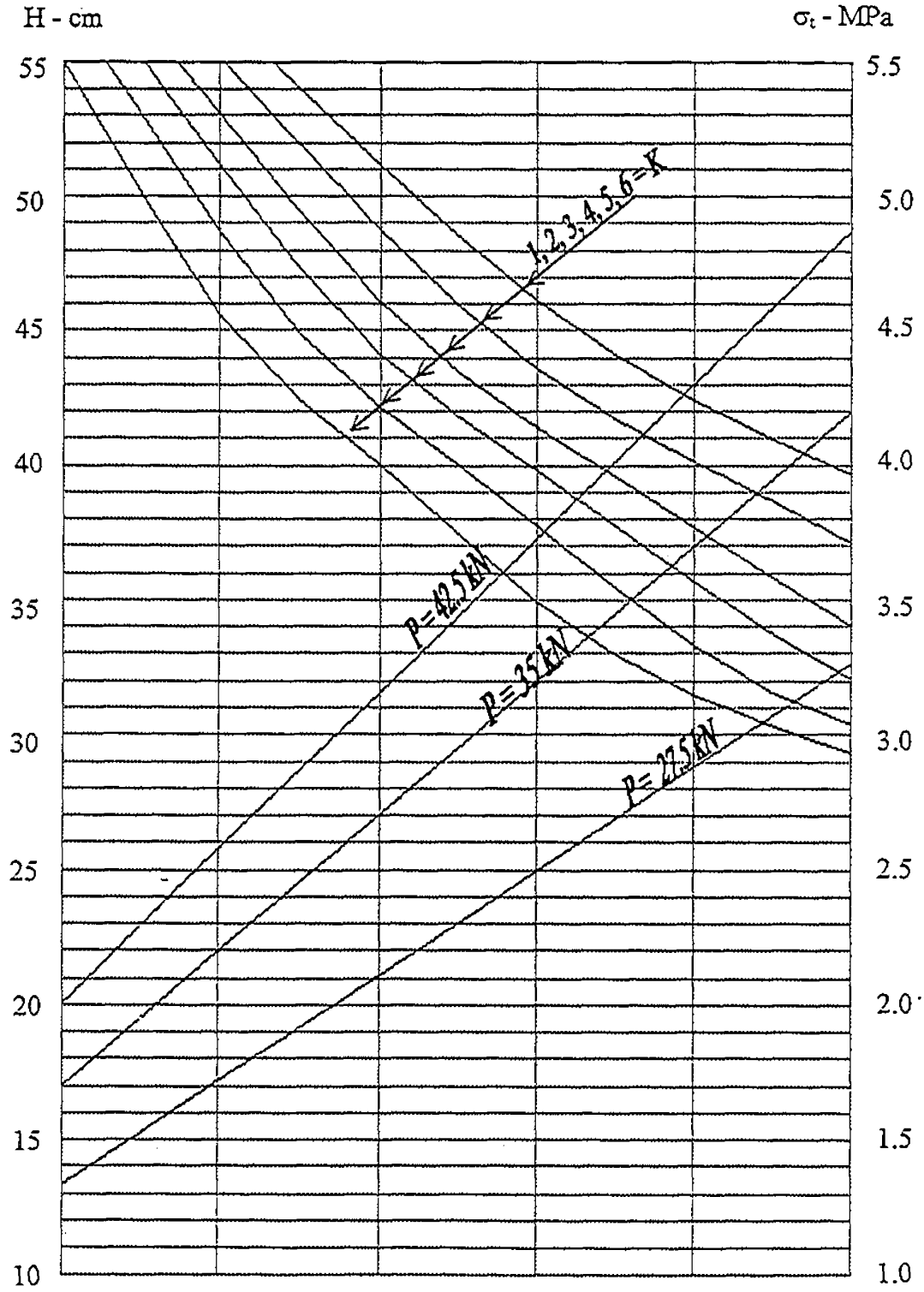


Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 75, 90, 105 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3B.2.

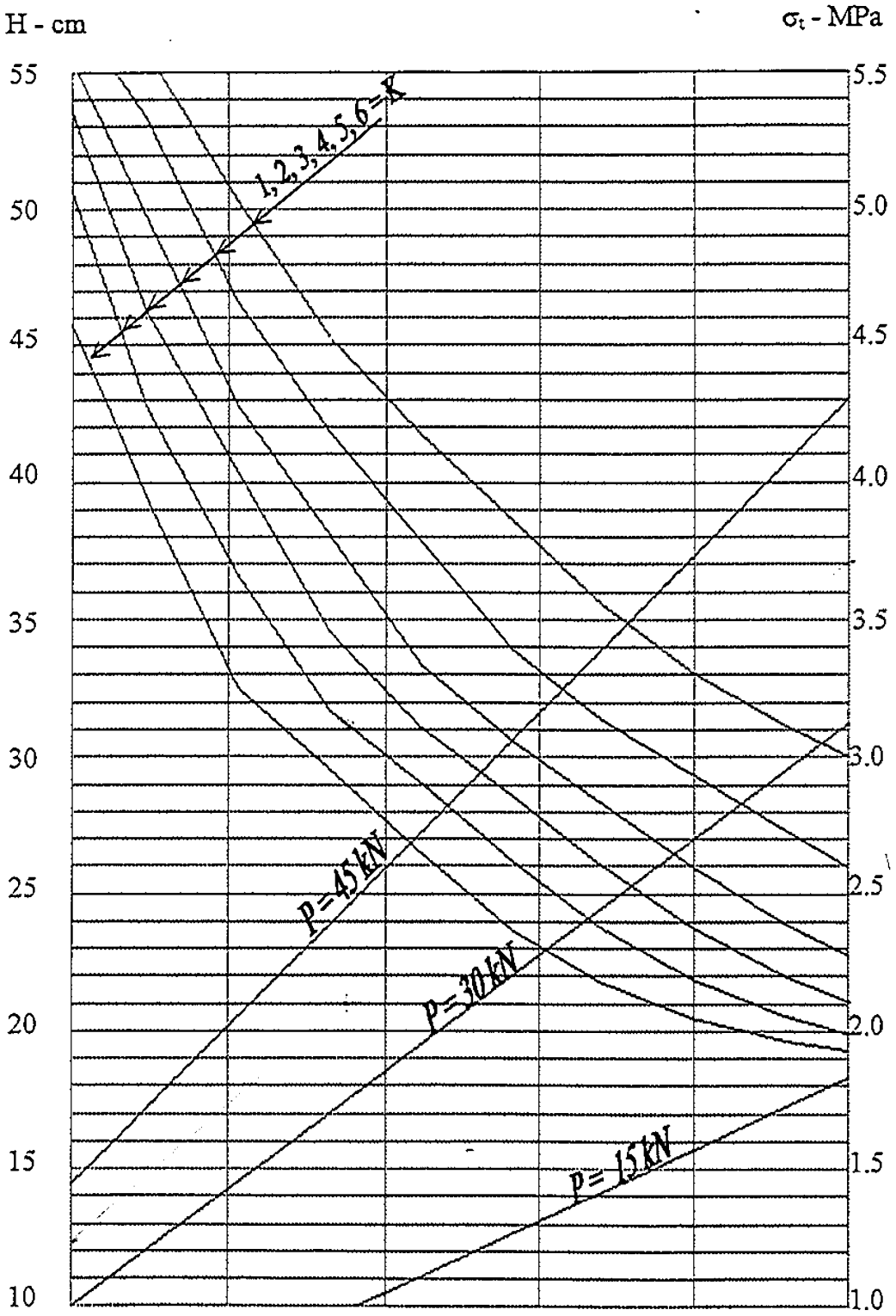


Diagramă pentru aterizor tip dual P = 27.5, 35, 42.5 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3C.1.

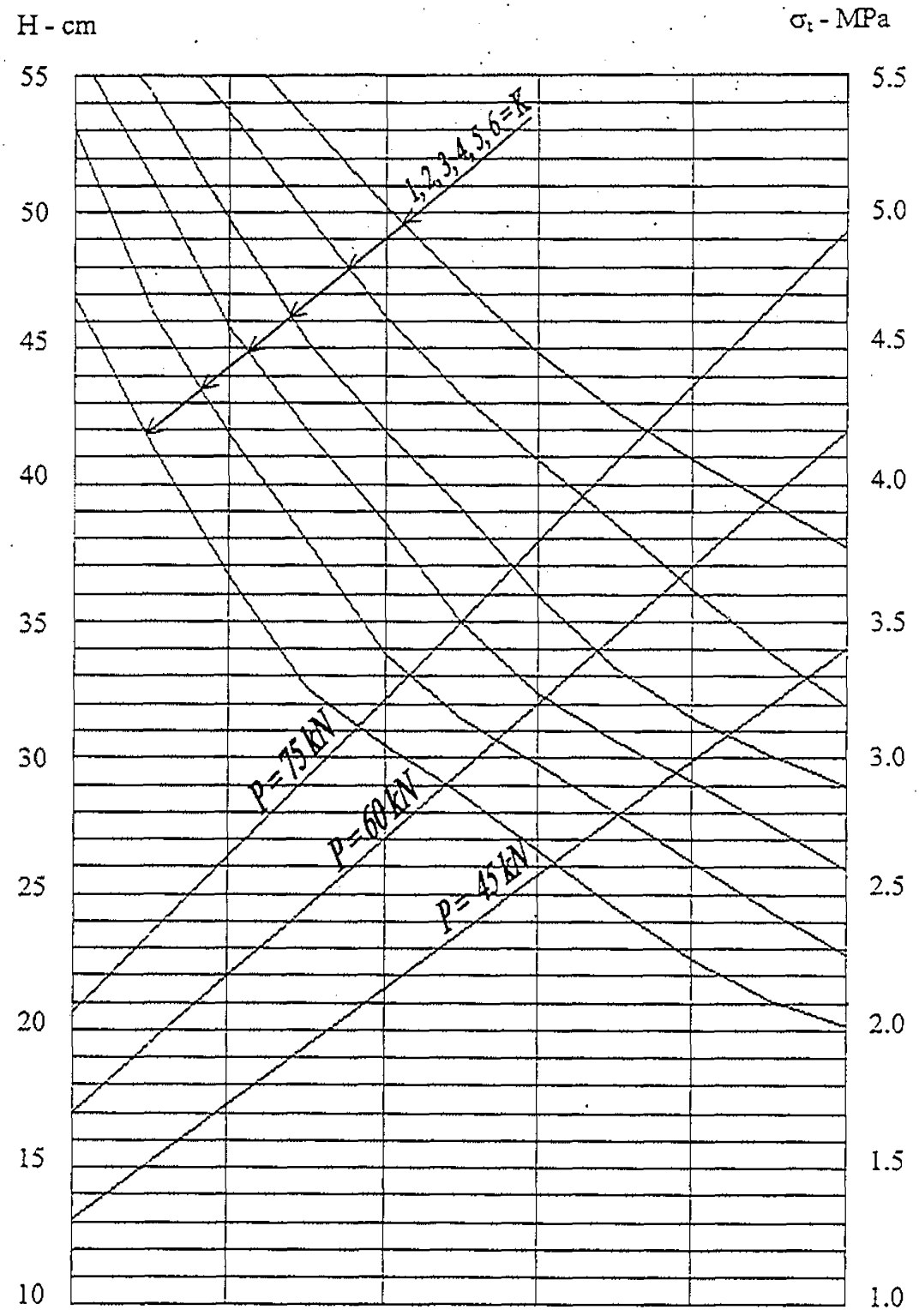


Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 15, 30, 45 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3C.2.



Diagramă pentru aterizor tip boghiu P = 45, 60, 75 kN

1 = 150 MN/m^3 2 = 100 MN/m^3 3 = 70 MN/m^3

4 = 50 MN/m^3 5 = 30 MN/m^3 6 = 15 MN/m^3

ANEXA 3E

Corelaţiile: $\sigma_t = a_0 + a_1H + a_2H^2 + a_3H^3 + a_4H^4$ pentru aterizor tip roată simplă

Tabel 1

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	15						30					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
5,0	1,72473E+01	-1,41942E+00	4,85217E-02	-7,62376E-04	4,52125E-06	1,0	1,50881E+01	-1,22867E+00	4,17073E-02	-6,51608E-04	3,84646E-06	1,0
10,0	2,59766E+01	-2,06312E+00	6,92204E-02	-1,07594E-03	6,33724E-06	1,0	2,20341E+01	-1,72087E+00	5,71373E-02	-8,81E-04	5,15558E-06	1,0
20,0	4,36228E+01	-3,41672E+00	1,13934E-01	-1,76545E-03	1,0379E-05	1,0	3,62408E+01	-2,78131E+00	9,16128E-02	-1,40644E-03	8,20717E-06	1,0
30,0	5,26945E+01	-4,00826E+00	1,31631E-01	-2,02227E-03	1,1827E-05	1,0	4,25713E+01	-3,1508E+00	1,01798E-01	-1,545E-03	8,94853E-06	1,0
40,0	5,81131E+01	-4,31492E+00	1,29827E-01	-2,13025E-03	1,23873E-05	1,0	4,57562E+01	-3,28216E+00	1,0415E-01	-1,56147E-03	8,96245E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	50						70					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
5,0	1,34366E+01	-1,07978E+00	3,63267E-02	-5,63951E-04	3,31437E-06	1,0	1,23742E+01	-9,84893E-01	3,29307E-02	-5,09142E-04	2,98415E-06	1,0
10,0	1,90891E+01	-1,46008E+00	4,77959E-02	-7,29376E-04	4,23585E-06	1,0	1,71926E+01	-1,29275E+00	4,18319E-02	-6,331152E-04	3,65546E-06	1,0
20,0	3,0806E+01	-2,30383E+00	7,45672E-02	-1,13008E-03	6,53128E-06	1,0	2,73165E+01	-1,99772E+00	6,36789E-02	-9,54545E-04	5,47319E-06	1,0
30,0	3,51888E+01	-2,51022E+00	7,90518E-02	-1,17693E-03	6,71749E-06	1,0	3,05676E+01	-2,1124E+00	6,50471E-02	-9,52549E-04	5,37051E-06	1,0
40,0	3,68871E+01	-2,52295E+00	7,7374E-02	-1,12979E-03	6,35203E-06	1,0	3,14395E+01	-2,06247E+00	6,13373E-02	-8,74821E-04	4,83102E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	100						150					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
5,0	1,12321E+01	-8,81924E-01	2,92173E-02	-4,4885E-04	2,61912E-06	1,0	1,00054E+01	-7,74287E+01	2,5435E-02	-3,88818E-04	2,26237E-06	1,0
10,0	1,52525E+01	-1,12356E+00	3,58819E-02	-5,38512E-04	3,09248E-06	1,0	1,31578E+01	-9,43203E-01	2,95937E-02	-4,3899E-04	2,50165E-06	1,0
20,0	2,3799E+01	-1,69357E+00	5,30109E-02	-7,84839E-04	4,46208E-06	1,0	2,00758E+01	-1,37775E+00	4,21015E-02	-6,13341E-04	3,44924E-06	1,0
30,0	2,5976E+01	-1,72392E+00	5,15883E-02	-7,40141E-04	4,11229E-06	1,0	2,12061E+01	-1,32959E+00	3,81714E-02	-5,31279E-04	2,88713E-06	1,0
40,0	2,60311E+01	-1,61198E+00	4,58635E-02	-6,31985E-04	3,39877E-06	1,0	2,05875E+01	-1,17316E+00	3,11731E-02	-4,06153E-04	2,08834E-06	1,0

Corelaţiile: $\sigma_t = a_0 + a_1H + a_2H^2 + a_3H^3 + a_4H^4$ pentru aterizor tip dual

Tabel 2

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	15						30					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	A_3	a_4	r
7,5	1,93242E+01	-1,59593E+00	5,48895E-02	-8,66326E-04	5,1521E-06	1,0	1,68066E+01	-1,38105E+00	4,73594E-02	-7,4519E-04	4,41857E-06	1,0
17,5	3,40577E+01	-2,71099E+00	9,16329E-02	-1,43242E-03	8,46473E-06	1,0	2,86275E+01	-2,25338E+00	7,5703E-02	-1,17691E-03	6,91936E-06	1,0
27,5	4,45874E+01	-3,4142E+00	1,12938E-01	-1,74524E-03	1,02503E-05	1,0	3,63945E+01	-2,73113E+00	8,93297E-02	-1,36823E-03	7,97571E-06	1,0
35,0	5,9341E+01	-4,60951E+00	1,53914E-01	-2,39408E-03	1,41311E-05	1,0	4,90284E+01	-3,75054E+00	1,24241E-01	-1,92034E-03	1,12735E-05	1,0
42,5	6,6583E+01	-5,10605E+00	1,69249E-01	-2,6202E-03	1,54119E-05	1,0	5,42613E+01	-4,07872E+00	1,33681E-01	-2,05088E-03	1,19697E-05	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	50						70					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	A_3	a_4	r
7,5	1,49396E+01	-1,21747E+00	4,15154E-02	-6,50364E-04	3,84341E-06	1,0	1,37325E+01	-1,1113E+00	3,77208E-02	-5,88911E-04	3,47143E-06	1,0
17,5	2,46666E+01	-1,91073E+00	6,35334E-02	-9,79917E-04	5,72553E-06	1,0	2,2154E+01	-1,69371E+00	5,58636E-02	-8,5677E-04	4,98591E-06	1,0
27,5	3,05172E+01	-2,22975E+00	7,16785E-02	-1,08406E-03	6,25979E-06	1,0	2,67868E+01	-1,91006E+00	6,0396E-02	-9,02514E-04	5,16516E-06	1,0
35,0	4,14655E+01	-3,09869E+00	1,01093E-01	-1,54501E-03	8,99378E-06	1,0	3,67729E+01	-2,69767E+00	8,6994E-02	-1,31914E-03	7,6381E-06	1,0
42,5	4,54304E+01	-3,32521E+00	1,07111E-01	-1,6223E-03	9,37664E-06	1,0	3,99989E+01	-2,86615E+00	9,10929E-02	-1,36712E-03	7,85215E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	100						150					
	a_o	a_1	a_2	A_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	A_3	a_4	r
7,5	1,25202E+01	-1,00651E+00	3,4047E-02	-5,30611E-04	3,12555E-06	1,0	1,12245E+01	-8,96161E-01	3,02177E-02	-4,70209E-04	2,76792E-06	1,0
17,5	1,95962E+01	-1,47332E+00	4,80901E-02	-7,32141E-04	4,23759E-06	1,0	1,69697E+01	-1,25427E+00	4,05884E-02	-6,15007E-04	3,55017E-06	1,0
27,5	2,31164E+01	-1,60143E+00	4,96981E-02	-7,33328E-04	4,16101E-06	1,0	1,93844E+01	-1,29826E+00	3,94928E-02	-5,75802E-04	3,24388E-06	1,0
35,0	3,21097E+01	-2,30573E+00	7,34412E-02	-1,10552E-03	6,37465E-06	1,0	2,72988E+01	-1,91051E+00	6,00125E-02	-8,96665E-04	5,15123E-06	1,0
42,5	3,45937E+01	-2,41539E+00	7,55643E-02	-1,12276E-03	6,40772E-06	1,0	2,89768E+01	-1,95612E+00	5,99887E-02	-8,80652E-04	4,98939E-06	1,0

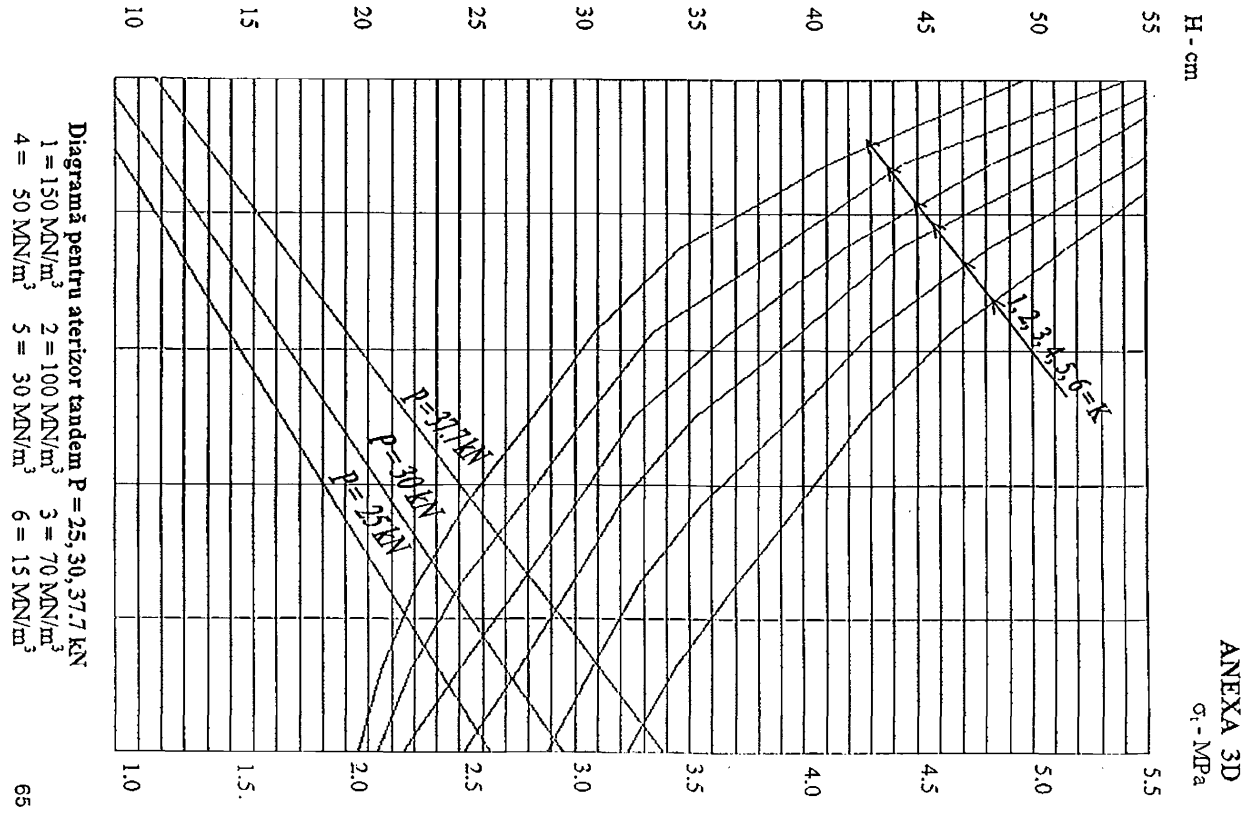
Corelaţiile: $\sigma_i = a_0 + a_1 H + a_2 H^2 + a_3 H^3 + a_4 H^4$ pentru aterizor tip boghiu

Tabel 3

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	15						30					
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_0	a_1	a_2	A_3	a_4	r
15	1,44092E+01	-1,11911E+00	3,79509E-02	-6,00838E-04	3,60325E-06	1,0	1,28603E+01	-1,02935E+00	3,56087E-02	-5,69456E-04	3,43097E-06	1,0
20	1,78695E+01	-1,38208E+00	4,69604E-02	-7,45831E-04	4,46558E-06	1,0	1,58052E+01	-1,26209E+00	4,38152E-02	-7,03498E-04	4,25238E-06	1,0
30	2,33586E+01	-1,75544E+00	5,87265E-02	-9,23722E-04	5,51669E-06	1,0	2,02804E+01	-1,57671E+00	5,40537E-02	-8,61014E-04	5,17212E-06	1,0
45	3,00495E+01	-2,14631E+00	6,94557E-02	-1,08909E-03	6,29112E-06	1,0	2,5592E+01	-1,89498E+00	6,31092E-02	-9,86512E-04	5,84735E-06	1,0
60	3,38306E+01	-2,27814E+00	7,12252E-02	-1,0758E-03	6,26501E-06	1,0	2,7921E+01	-1,94574E+00	6,28521E-02	-9,66995E-04	5,68028E-06	1,0
75	3,7405E+01	-2,41393E+00	7,38255E-02	-1,10568E-03	6,4286E-06	1,0	3,02262E+01	-2,02028E+00	6,42235E-02	-9,84579E-04	5,79166E-06	1,0
90	4,08153E+01	-2,54204E+00	7,63460E-02	-1,13647E-03	6,60611E-06	1,0	3,23530E+01	-2,08328E+00	6,52983E-02	-9,98599E-04	5,88563E-06	1,0
105	4,33202E+01	-2,58094E+00	7,63228E-02	-1,10362E-03	6,35899E-06	1,0	3,36934E+01	-2,07334E+00	6,35898E-02	-9,63691E-04	5,65592E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	50						70					
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	r
15	1,2185E+01	-1,00189E+00	3,51546E-02	-5,65977E-04	3,42139E-06	1,0	1,18443E+01	-9,90785E-01	3,50551E-02	-5,66767E-04	3,43488E-06	1,0
20	1,50611E+01	-1,24404E+00	4,39995E-02	-7,13329E-04	4,33591E-06	1,0	1,46476E+01	-1,233E+00	4,39973E-02	-7,16229E-04	4,36289E-06	1,0
30	1,92875E+01	-1,562990E+00	5,48558E-02	-8,84781E-04	5,35398E-06	1,0	1,88190E+01	-1,56383E+00	5,55912E-02	-9,02545E-04	5,48276E-06	1,0
45	2,432E+01	-1,89799E+00	6,52698E-02	-1,03879E-03	6,22499E-06	1,0	2,3843E+01	-1,92478E+00	6,74209E-02	-1,08414E-03	6,53998E-06	1,0
60	2,63093E+01	-1,95923E+00	6,61256E-02	-1,04367E-03	6,22847E-06	1,0	2,60536E+01	-2,03945E+00	7,0878E-02	-1,13796E-03	6,86889E-06	1,0
75	2,81013E+01	-2,02127E+00	6,75795E-02	-1,06648E-03	6,38335E-06	1,0	2,80064E+01	-2,14461E+00	7,43829E-02	-1,1986E-03	7,26916E-06	1,0
90	2,97597E+01	-2,07608E+00	6,88908E-02	-1,08804E-03	6,53302E-06	1,00	2,99029E+01	-2,25259E+00	7,82232E-02	-1,26733E-03	7,73033E-06	1,0
105	3,0304E+01	-2,01917E+00	6,57876E-02	-1,03153E-03	6,17104E-6	1,00	3,08384E+01	-2,2672E+00	7,84382E-02	-1,27245E-03	7,77558E-06	1,0

ANEXA 3D



Corelaţiile: $\sigma_i = a_0 + a_1H + a_2H^2 + a_3H^3 + a_4H^4$ pentru aterizor tip tandem

Tabel 4

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	15						30					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
25	2,28789E+01	-1,73758E+00	5,80264E-02	-9,08585E-04	5,40357E-06	1,0	2,12321E+01	-1,70687E+00	5,93387E-02	-9,52255E-04	5,74989E-06	1,0
30	2,44992E+01	-1,81428E+00	5,985562E-02	-9,31867E-04	5,52539E-06	1,0	2,25264E+01	-1,7773E+00	6,1422E-02	-9,8419E-04	5,94132E-06	1,0
37,7	2,63833E+01	-1,87587E+00	6,05422E-02	-9,31311E-04	5,48189E-06	1,0	2,38149E+01	-1,81668E+00	6,19293E-02	-9,8612E-04	5,93088E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	50						70					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
25	2,04794E+01	-1,7075Ee+00	6,05389E-02	-9,81234E-04	5,95698E-06	1,0	1,96209E+01	-1,6471E+00	5,83252E-02	-9,4143E-04	5,68898E-06	1,0
30	2,19384E+01	-1,8165E+00	6,45326E-02	-1,04973E-03	6,39379E-06	1,0	2,09916E+01	-1,75187E+00	6,21566E-02	-1,00643E-03	6,09882E-06	1,0
37,7	2,35725E+01	-1,9264E+00	6,84658E-02	-1,11687E-03	6,82016E-06	1,0	2,25359E+01	-1,85999E+00	6,60163E-02	-1,07102E-03	6,49995E-06	1,0

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	100						150					
	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_o	a_1	a_2	a_3	a_4	r
25	1,85319E+01	-1,55531E+00	5,47399E-02	-8,77202E-04	5,26609E-06	1,0	1,69961E+01	-1,40972E+00	4,88864E-02	-7,72782E-04	4,58651E-06	1,0
30	2,09916E+01	-1,75187E+00	6,21566E-02	-1,00643E-03	6,09882E-06	1,0	1,80617E+01	-1,4878E+00	5,15583E-02	-8,15182E-04	4,83885E-06	1,0
37,7	2,12986E+01	-1,76372E+00	6,21914E-02	-9,99602E-04	6,01093E-06	1,0	1,92652E+01	-1,56841E+00	5,41548E-02	-8,53712E-04	5,0503E-06	1,0

Corelaţiile $\sigma_i = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4$ pentru aterizor tip roată simplă

Tabel 5

K (MN/m³)	15								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,4085E+00	1,17568E+00	6,91994E-01	4,38424E-01	2,65187E-01	2,14275E-01	1,47024E-01	1,29325E-01	9,63807E-02
a_1	3,16334E-01	2,86594E-01	2,33749E-01	1,88944E-01	1,56685E-01	1,2687E-01	1,04226E-01	8,6105E-02	7,38792E-02
a_2	2,78096E-02	1,1675E-02	5,92953E-03	3,38797E-03	1,69063E-03	1,35389E-03	9,06143E-04	8,96271E-04	5,9186E-04
a_3	-1,16786E-03	-5,28221E-04	-2,88213E-04	-1,76145E-04	-1,00929E-04	-8,01123E-05	-6,02245E-05	-5,30329E-05	-3,88832E-05
a_4	1,30921E-05	5,87763E-06	3,19238E-06	1,94192E-06	1,09485E-06	8,73001E-07	6,82842E-07	6,02169E-07	4,52347E-07
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,33616E+00	1,15549E+00	6,82223E-01	4,33445E-01	2,59749E-01	2,09823E-01	1,40659E-01	1,25278E-01	9,14453E-02
a_1	2,35373E-01	2,33957E-01	1,9815E-01	1,63666E-01	1,39438E-01	1,14554E-01	9,64483E-02	8,03632E-02	7,01339E-02
a_2	2,69194E-02	1,16099E-02	5,95149E-03	3,44804E-03	1,6734E-03	1,35446E-03	8,724E-04	8,36689E-04	5,24002E-04
a_3	-1,12573E-03	-5,21232E-04	-2,86599E-04	-1,76668E-04	-9,93385E-05	-7,96033E-05	-5,68534E-05	-5,040204E-05	-3,62934E-05
a_4	1,26542E-05	5,82001E-06	3,1866E-06	1,95345E-06	1,08045E-06	8,7012E-07	6,45387E-07	5,70476E-07	4,22095E-07
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	50								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,27547E+00	1,14355E+00	6,78174E-01	4,27778E-01	2,5885E-01	2,0539E-01	1,39963E-01	1,22446E-01	9,65711E-02
a_1	1,77368E-01	1,9515E-01	1,71724E-01	1,45867E-01	1,25008E-01	1,04713E-01	8,81065E-02	7,48103E-02	6,3848E-02
a_2	2,63251E-02	1,16873E-02	6,0481E-03	3,41529E-03	1,76513E-03	1,33288E-03	9,37742E-04	8,10188E-04	6,83821E-04
a_3	-1,09545E-03	-5,19308E-04	-2,87422E-04	-1,74153E-04	-1,01563E-04	-7,84516E-05	-5,85163E-05	-4,90364E-05	-4,1286E-05
a_4	1,2343E-05	5,81424E-06	3,20388E-06	1,9304E-06	1,10926E-06	8,61476E-07	6,62674E-07	5,53189E-07	4,76837E-07

Tabel 5 (continuare)

K (MN/m³)	70								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,22946E+00	1,12801E+00	6,76192E-01	4,28227E-01	2,60182E-01	2,04998E-01	1,40433E-01	1,20204E-01	9,73925E-02
a_1	1,413778E-01	1,71689E-01	1,54187E-01	1,32897E-01	1,1511E-01	9,73861E-02	8,22098E-02	7,06058E-02	5,97786E-02
a_2	2,58013E-02	1,16085E-02	6,1706E-03	3,5292E-03	1,86457E-03	1,37933E-03	9,8249E-04	8,25578E-04	7,52133E-04
a_3	-1,06948E-03	-5,13513E-04	-2,89876E-04	-1,76893E-04	-1,04215E-04	-7,95723E-05	-5,95587E-05	-4,94885E-05	-4,33541E-05
a_4	1,20664E-05	5,76238E-06	3,23846E-06	1,96497E-06	1,14095E-06	8,75882E-07	6,74199E-07	5,58951E-07	4,99887E-07
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	100								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,16589E+00	1,10874E+00	6,66838E-01	4,23594E-01	2,52264E-01	2,05422E-01	1,35841E-01	1,22428E-01	9,25654E-02
a_1	1,07527E-01	1,47884E-01	1,37987E-01	1,20695E-01	1,07309E-01	8,94033E-02	7,71872E-02	6,50471E-02	5,72045E-02
a_2	2,4965E-02	1,14586E-02	6,12558E-03	3,55426E-03	1,75886E-03	1,44749E-03	9,15728E-04	8,95576E-04	6,40277E-04
a_3	-1,03163E-03	-5,04368E-04	-2,8653E-04	-1,76801E-04	-1,00147E-04	-8,12252E-05	-5,66552E-05	-5,12514E-05	-3,91174E-05
a_4	1,16515E-05	5,67018E-06	3,20965E-06	1,97073E-06	1,10062E-06	8,9605E-07	6,39624E-07	5,77679E-07	4,50906E-07
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	150								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,08767E+00	1,08219E+00	6,57358E-01	4,17972E-01	2,51666E-01	2,04261E-01	1,34755E-01	1,16054E-01	8,94341E-02
a_1	7,08373E-02	1,21923E-01	1,1924E-01	1,07438E-01	9,62301E-02	8,11552E-02	7,05341E-02	6,09025E-02	5,30679E-02
a_2	2,40356E-02	1,12553E-02	6,11675E-03	3,53807E-03	1,8497E-03	1,46054E-03	9,28214E-04	8,04175E-04	6,32438E-04
a_3	-9,88748E-04	-4,92675E-04	-2,83339E-04	-1,74691E-04	-1,02177E-04	-8,08101E-05	-5,62384E-05	-4,79559E-05	-3,88915E-05
a_4	1,11905E-05	5,55494E-06	3,18084E-06	1,95345E-06	1,12655E-06	8,93169E-07	6,32421E-07	5,43105E-07	4,52347E-07
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 3 (continuare)

Încărcarea pe aterizor <kN>	K < MN/m³>											
	100						150					
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	r	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	r
15	1,1494E+01	-9,75928E-01	3,47557E-02	-5,83747E-04	3,42357E-06	1,0	1,09459E+01	-9,34714E-01	3,32492E-02	-5,37754E-04	3,25607E-06	1,0
20	1,40939E+01	-1,19925E+00	4,28955E-02	-6,97985E-04	4,24716E-06	1,0	1,33752E+01	-1,14399E+00	4,08301E-02	-6,61831E-04	4,01222E-06	1,0
30	1,80681E+01	-1,52061E+00	5,41947E-02	-8,79035E-04	5,33048E-06	1,0	1,70791E+01	-1,44605E+00	5,13940E-02	-8,29523E-04	5,00592E-06	1,0
45	2,28616E+01	-1,87378E+00	6,58251E-02	-1,05676E-03	6,35725E-06	1,0	2,13887E+01	-1,75824E+00	6,135E-02	-9,76275E-04	5,82472E-06	1,0
60	2,53081E+01	-2,04113E+00	7,17905E-02	-1,15777E-03	6,99941E-06	1,0	2,37546E+01	-1,93052E+00	6,74868E-02	-1,07779E-03	6,45296E-06	1,0
75	2,75326E+01	-2,20218E+00	7,79352E-02	-1,26755E-03	7,72511E-06	1,0	2,57708E+01	-2,07873E+00	7,30042E-02	-1,17349E-03	7,07076E-06	1,0
90	2,97939E+01	-2,37780E+00	8,49361E-02	-1,39543E-03	8,57959E-06	1,0	2,78858E+01	-2,24808E+00	7,96327E-02	-1,29146E-03	7,84171E-06	1,0
105	3,13181E+01	-2,48867E+00	8,95872E-02	-1,48357E-03	9,17824E-06	1,0	2,92713E+01	-2,35174E+00	8,38189E-02	-1,36742E-03	8,33943E-06	1,0

Tabel 6 (continuare)

K (MN/m³)	70								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,24449E+00	-2,66201E+00	-1,47444E+00	-1,06975E+00	-8,03773E-01	-7,0108E-01	-5,51025E-01	-4,8864E-01	-4,67632E-01
a_1	1,95238E+00	1,06579E+00	6,35854E-01	4,72626E-01	3,48429E-01	2,96126E-01	2,33755E-01	2,04329E-01	1,86324E-01
a_2	-1,26284E-01	-6,50404E-02	-3,63388E-02	-2,62962E-02	-1,83978E-02	-1,55749E-02	-1,18509E-02	-1,03436E-02	-9,6902E-03
a_3	3,72156E-03	1,92159E-03	1,07702E-03	7,78104E-04	5,37089E-04	4,51701E-04	3,39304E-04	2,94939E-04	2,77365E-04
a_4	-3,73999E-05	-1,93914E-05	-1,09196E-05	-7,88371E-06	-5,39621E-06	-4,51406E-06	-3,35773E-06	-2,90871E-06	-2,74181E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	100								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,13133E+00	-2,63839E+00	-1,4817E+00	-1,07406E+00	-8,150912E-01	-7,17137E-01	-5,40383E-01	-4,91871E-01	-4,56372E-01
a_1	1,88187E+00	1,03516E+00	6,21426E-01	4,61877E-01	3,42279E-01	2,92874E-01	2,25155E-01	2,0012E-01	1,79945E-01
a_2	-1,23458E-01	-6,42742E-02	-3,6306E-02	-2,62753E-02	-1,85452E-02	-1,58093E-02	-1,1583E-02	-1,03252E-02	-9,47765E-03
a_3	3,63871E-03	1,89879E-03	1,07596E-03	7,77561E-04	5,41381E-04	4,58365E-04	3,31224E-04	2,93877E-04	2,71327E-04
a_4	-3,65575E-05	-1,9153E-05	-1,09037E-05	-7,87576E-06	-5,43594E-06	-4,57764E-06	-3,27428E-06	-2,89281E-06	-2,68221E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	150								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,02653E+00	-2,6422E+00	-1,49796E+00	-1,09107E+00	-8,12541E-01	-7,07368E-01	-5,45078E-01	-4,83983E-01	-4,62928E-01
a_1	1,80845E+00	1,00756E+00	6,06884E-01	4,52868E-01	3,31576E-01	2,82794E-01	2,19897E-01	1,93095E-01	1,77061E-01
a_2	-1,2059E-01	-6,38515E-02	-3,63403E-02	-2,64413E-02	-1,83942E-02	-1,55901E-02	-1,16281E-02	-1,01775E-02	-9,56501E-03
a_3	3,5553E-03	1,88579E-03	1,0763E-03	7,82151E-04	5,36888E-04	4,52109E-04	3,32766E-04	2,90035E-04	2,74044E-04
a_4	-3,57151E-05	-1,90099E-05	-1,08957E-05	-7,9155E-06	-5,38826E-06	-4,51406E-06	-3,29018E-06	-2,85705E-06	-2,71002E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Corelațiile $\sigma_l = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4$ pentru aterizor tip boghiu

Tabel 7

K (MN/m³)	15								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	5,27576E-01	3,6087E-01	3,31362E-01	1,7848E-01	4,9037E-02	5,60203E-02	5,64125E-02	5,4966E-02	3,68152E-02
a_1	2,77249E-01	1,79605E-01	1,28729E-01	1,07814E-01	9,23663E-02	7,54526E-02	5,85919E-02	4,96257E-02	4,25412E-02
a_2	-1,7346E-03	-6,56034E-04	-2,31014E-04	-3,59492E-04	-4,39783E-04	-3,02214E-04	-1,04633E-04	-8,6333E-05	-9,12342E-05
a_3	7,49188E-06	1,01567E-06	-1,2522E-06	1,69273E-06	3,17309E-06	1,86545E-06	-3,08477E-07	-1,71267E-07	2,05664E-07
a_4	-8,20718E-09	6,36056E-09	1,08745E-08	-3,28287E-09	-9,43826E-09	-4,61654E-09	4,001E-09	2,56474E-09	3,07769E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	5,08644E-01	3,51355E-01	3,20314E-01	1,76121E-01	4,24201E-02	5,57551E-02	6,01609E-02	4,95584E-02	3,37961E-02
a_1	2,3657E-01	1,49303E-01	1,6565E-01	9,08059E-02	8,02256E-02	6,62165E-02	5,15781E-02	4,53568E-02	3,93365E-02
a_2	-1,76856E-03	-6,64135E-04	-2,54495E-04	-3,57847E-04	-4,47988E-04	-2,94233E-04	-9,09202E-05	-1,00072E-04	-9,74642E-05
a_3	8,19914E-06	1,19354E-06	-8,68403E-07	1,71655E-06	3,31113E-06	1,77586E-06	-4,37607E-07	1,68494E-08	2,97285E-07
a_4	-1,12849E-08	5,74503E-09	9,13049E-09	-3,38546E-09	-1,00538E-08	-4,20618E-09	4,46265E-09	1,74403E-09	-1,0259E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	50								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	4,5331E-01	3,41895E-01	3,13529E-01	1,68231E-01	4,55379E-02	5,83441E-02	6,00789E-02	5,14932E-02	3,17032E-02
a_1	2,17188E-01	1,31044E-01	9,22441E-02	7,97528E-02	7,05897E-02	5,86865E-02	4,589889E-02	4,08281E-02	3,61882E-02
a_2	-1,82645E-03	-6,76359E-04	-2,6333E-04	-3,73472E-04	-4,30756E-04	-2,81941E-04	-8,55746E-05	-9,31064E-05	-1,0071E-04
a_3	8,99701E-06	1,4166E-06	-7,28989E-07	1,93946E-06	3,1318E-06	1,65986E-06	-4,81869E-07	-3,11471E-08	3,45939E-07
a_4	-1,51833E-08	4,92431E-09	8,61754E-09	-4,30877E-09	-9,33567E-09	-3,79582E-09	4,61654E-09	1,84662E-09	-3,07769E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 7 (continuare)

K (MN/m³)	70								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	4,64143E-01	3,36619E-01	3,06174E-01	1,70234E-01	4,8703E-02	5,71392E-02	5,7351E-02	4,87269E-02	3,32667E-02
a_1	2,0214E-01	1,20652E-01	8,43223E-02	7,24605E-02	6,44586E-02	5,40426E-02	4,23944E-02	3,80208E-02	3,34743E-02
a_2	-1,72723E-03	-6,82529E-04	-2,82218E-04	-3,60725E-04	-4,14211E-04	-2,779E-04	-9,37632E-05	-9,77646E-05	-8,87709E-05
a_3	8,19028E-06	1,56033E-06	-4,57224E-07	1,79898E-06	2,94503E-06	1,60722E-06	-3,56145E-07	2,48216E-08	1,93754E-07
a_4	-1,23108E-08	4,30877E-09	7,48905E-09	-3,69323E-09	-8,56624E-09	-3,53935E-09	4,05229E-09	1,64144E-09	3,59084E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	100								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	4,66717E-01	2,87481E-01	2,999E-01	1,69306E-01	4,53358E-02	5,52621E-02	5,44243E-02	4,21265E-02	3,01937E-02
a_1	1,88765E-01	1,14676E-01	7,66591E-02	6,57594E-02	5,89935E-02	4,94514E-02	3,87243E-02	3,53985E-02	3,11322E-02
a_2	-1,66201E-03	-7,41757E-04	-2,92822E-04	-3,59142E-04	-4,14143E-04	-2,77907E-04	-9,94802E-05	-1,15959E-04	-9,88682E-05
a_3	7,85995E-06	2,01839E-06	-2,86019E-07	1,81508E-06	2,95694E-06	1,61872E-06	-2,6615E-07	2,64437E-07	3,29231E-07
a_4	-1,149901E-08	2,76992E-09	6,77092E-09	-3,79582E-09	-8,61754E-09	-3,59064E-09	3,64194E-09	6,15539E-10	-2,05179E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	150								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	4,63524E-01	2,71184E-01	2,89174E-01	1,5798E-01	4,11186E-02	5,604E-02	5,12443E-02	4,14267E-02	2,9349E-02
a_1	1,75623E-01	1,06389E-01	6,91613E-02	5,99146E-02	5,35237E-02	4,44163E-02	3,47998E-02	3,19387E-02	2,81174E-02
a_2	-1,61664E-03	-7,44961E-04	-2,92484E-04	-3,83309E-04	-4,19238E-04	-2,7093E-04	-1,06857E-04	-1,19588E-04	-9,89613E-05
a_3	7,90066E-06	2,3285E-06	-3,63234E-07	2,13692E-06	3,04815E-06	1,54665E-06	-1,45099E-07	3,40148E-07	3,51691E-07
a_4	-1,25159E-08	1,23108E-09	7,43776E-09	-5,12949E-09	-9,0279E-09	-3,28287E-09	3,07769E-09	2,30827E-10	-3,33417E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Corelaţiile $\sigma_t = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4$ pentru aterizor tip dual

Tabel 6

K (MN/m³)	15								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,3823E+00	-2,62869E+00	-1,45273E+00	-1,03813E+00	-8,07891E-01	-6,97634E-01	-5,55107E-01	-4,87701E-01	-4,55835E-01
a_1	2,18E+00	1,17116E+00	7,05551E-01	5,19046E-01	3,88514E-01	3,24953E-01	2,56727E-01	2,20781E-01	1,96457E-01
a_2	-1,31409E-01	-6,55995E-02	-3,65137E-02	-2,61155E-02	-1,86475E-02	-1,56995E-02	-1,20279E-02	-1,04162E-02	-9,59644E-03
a_3	3,87272E-03	1,9396E-03	1,08273E-03	7,73355E-04	5,43471E-04	4,55246E-04	3,43838E-04	2,96441E-04	2,74726E-04
a_4	-3,89735E-05	-1,96139E-05	-1,0999E-05	-7,85192E-06	-5,45979E-06	-4,55379E-06	-3,40144E-06	-2,92083E-06	-2,71797E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,3576E+00	-2,60254E+00	-1,44698E+00	-1,06271E+00	-8,06827E-01	-7,03595E-01	-5,45952E-01	-4,90166E-01	-4,60646E-01
a_1	2,08543E+00	1,1125E+00	6,69675E-01	5,00135E-01	3,71184E-01	3,13827E-01	2,45539E-01	2,14953E-01	1,92915E-01
a_2	-1,29964E-01	-6,46513E-02	-3,62118E-02	-2,63743E-02	-1,85885E-02	-1,57357E-02	-1,18112E-02	-1,04384E-02	-9,65717E-03
a_3	3,83044E-03	1,91038E-03	1,07391E-03	7,805-6E-04	5,42428E-04	4,5629E-04	3,37553E-04	2,97457E-04	2,76665E-04
a_4	-3,85284E-05	-1,9296E-05	-1,09037E-05	-7,9155E-06	-5,45184E-06	-4,56174E-06	-3,33786E-06	-2,93255E-06	
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	50								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	-5,28838E+00	-2,65793E+00	-1,46461E+00	-1,05146E+00	-8,10899E-01	-7,03703E-01	-5,50183E-01	-4,90174E-01	-4,6606E-01
a_1	2,00461E+00	1,08855E+00	6,49159E-01	4,79726E-01	3,58673E-01	3,0352E-01	2,38571E-01	2,08948E-01	1,89538E-01
a_2	-1,27777E-01	-6,52365E-02	-3,63101E-02	-2,60825E-02	-1,85684E-02	-1,56597E-02	-1,18237E-02	-1,03918E-02	-9,70735E-03
a_3	3,76578E-03	1,9273E-03	1,07641E-03	7,71347E-04	5,41875E-04	4,5405E-04	3,38007E-04	2,96016E-04	2,77999E-04
a_4	-3,78609E-05	-1,9455E-05	-1,09196E-05	-7,82013E-06	-5,44389E-06	-4,5379E-06	-3,34183E-06	-2,91665E-06	-2,74976E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 8 (continuare)

K (MN/m³)	70								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,93534E+00	1,48271E+00	3,76626E-01	7,37933E-01	4,78137E-01	3,08237E-01	8,61773E-02	6,45181E-01	1,42445E-01
a_1	1,59376E-01	6,74709E-02	1,05564E-01	3,81482E-02	3,68121E-02	4,06067E-02	5,07642E-02	-1,02766E-02	3,15548E-02
a_2	-1,21073E-03	6,73504E-04	-1,1695E-03	7,10681E-04	4,57222E-04	1,39513E-04	-4,59011E-04	1,36345E-03	-9,01018E-05
a_3	0,E+00	-1,52588E-05	7,62939E-06	-1,14441E-05	-7,62939E-06	-3,8147E-06	3,8147E-06	-1,52588E-05	0,E+00
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	100								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,35708E+00	1,46885E+00	6,09062E-01	6,42567E-01	5,98039E-01	4,30388E-01	7,52957E-02	2,40326E-01	3,17905E-01
a_1	1,01343E-01	5,78819E-02	7,54111E-02	4,08555E-02	1,92875E-02	2,39169E-02	4,73939E-02	2,76052E-02	1,17403E-02
a_2	2,94023E-04	7,0965E-04	-4,69332E-04	3,76407E-04	8,28139E-04	5,13442E-04	-4,66791E-04	-1,83215E-05	4,55983E-04
a_3	-1,52588E-05	-1,52588E-05	0,E+00	-7,62939E-06	-1,14441E-05	-7,62939E-06	3,8147E-06	0,E+00	-5,72205E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	150								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,32341E+00	2,10384E+00	8,16345E-01	1,10075E+00	4,89783E-01	4,31132E-01	3,25114E-01	2,18914E-01	3,45335E-01
a_1	8,62608E-02	-1,69203E-02	4,61576E-02	-1,13858E-02	2,3852E-02	1,86416E-02	1,93373E-02	2,52582E-02	4,91344E-03
a_2	3,86383E-04	2,88194E-03	2,65474E-04	1,82644E-03	4,81819E-04	5,18462E-04	2,75293E-04	-3,7396E-05	6,08061E-04
a_3	-1,52588E-05	-3,8147E-05	-7,62939E-06	-2,28882E-05	-7,62939E-06	-7,62939E-06	-3,8147E-06	0,E+00	-7,62939E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Corelaţiile $\sigma_{I\,a} = a_0 + a_1K + a_2K^2 + a_3K^3 + a_4K^4$ pentru aterizor tip roată simplă

Tabel 9

P (kN)	5								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	5,30575E+00	3,27646E+00	2,26412E+00	1,6468E+00	1,21819E+00	9,69308E-01	7,51987E-01	6,21244E-01	5,09114E-01
a_1	-6,23327E-02	-3,61391E-02	-2,38362E-02	-1,64188E-02	-1,13313E-02	-7,72419E-03	-5,30588-03	-3,49376E-03	-2,56215E-03
a_2	8,61527E-04	5,06443E-04	3,34312E-04	2,27245E-04	1,50603E-04	9,51879E-05	6,114911E-05	3,41871E-05	2,55133E-05
a_3	-6,09248E-06	-3,61146E-05	-2,37758E-06	1,60802E-06	-1,04258E-06	-6,3004E-07	-3,99785E-07	-1,9378E-07	1,57042E-07
a_4	1,60946E-08	9,5865E-09	6,29467E-09	4,25299E-09	2,72329E-09	1,60194E-09	1,01456E-09	4,39748E-10	3,89491E-10
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	10								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	8,76004E+00	5,58821E+00	3,92655E+00	2,89642E+00	2,17741E+00	1,73251E+00	1,35819E+00	1,12172E+00	9,20077E-01
a_1	-1,18855E-01	-6,99993E-02	-4,62157E-02	-3,17066E-02	-2,16115E-02	-1,48791E-02	-9,93741E-03	-6,90099E-03	-4,5406E-03
a_2	1,66082E-03	9,86522E-04	6,48505E-04	4,35774E-04	2,81625E-04	1,83712E-04	1,10991E-04	7,17368E-05	3,81525E-05
a_3	-1,17782E-05	-7,03611E-06	-4,60225E-06	-3,05929E-05	-1,91336E-06	-1,22215E-06	-6,9821E-07	-4,40371E-07	-1,95056E-07
a_4	3,11593E-08	1,86704E-08	1,21622E-08	8,0411E-09	4,92517E-09	3,12221E-09	1,72758E-09	1,08366E-09	4,14619E-10
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 9 (continuare)

P (kN)	20								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,53763E+01	9,93211E+00	7,03459E+00	5,225E+00	3,96631E+00	3,1526E+00	2,49158E+00	2,05635E+00	1,69157E+00
a_1	-2,28354E-01	-1,35599E-01	-9,00542E-02	-6,16492E-02	-4,25855-02	-2,89186E-02	-1,98641E-02	-1,35974E-02	-9,15102E-03
a_2	3,22276E-03	1,927E-03	1,27257E-03	8,48813E-04	5,63885E-04	3,56416E-04	2,25167E-04	1,43672E-04	8,52524E-05
a_3	-2,29397E-05	-1,37696E-05	-9,0561E-06	-5,95114E-06	-3,87795E-06	-2,35857E-06	-1,44452E-06	-8,88027E-07	4,95757E-07
a_4	3,66624E-08	3,66624E-08	2,39725E-08	1,56173E-08	1,00765E-08	5,99313E-09	3,62478E-09	2,18617E-09	1,18732E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,99374E+01	1,31494E+01	9,43531E+00	7,07222E+00	5,41248E+00	4,3122E+00	3,42935E+00	2,8273E+00	2,33504E+00
a_1	-3,25685E-01	-1,96184E-01	-1,31491E-01	-9,03215E-02	-6,21136E-02	-4,24628E-02	-2,87994E-02	-1,98177E-02	-1,31586E-02
a_2	4,63567E-03	2,80285E-03	1,88848E-03	1,24879E-03	8,20663E-04	5,24799E-04	3,28434E-04	2,03222E-04	1,16825E-04
a_3	-3,30505E-05	-2,00632E-05	-1,33214E-05	-8,76543E-06	-5,62419E-06	-3,47474E-06	-2,09151E-06	-1,23417E-06	-6,37366E-07
a_4	8,7648E-08	5,33225E-08	3,53055E-08	2,30176E-08	1,45745E-08	8,83264E-09	5,21415E-09	3,00285E-09	1,4386E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	40								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,32994E+01	1,55952E+01	1,13096E+01	8,54344E+00	6,57451E+00	5,25292E+00	4,22425E+00	3,48549E+00	2,89772E+00
a_1	-4,12029E-01	-2,51843E-01	-1,70052E-01	-1,17534E-01	-8,09231E-02	-5,54315E-02	-3,78281E-02	-2,56648E-02	-1,75351E-02
a_2	5,92583E-03	3,63235E-03	2,43267E-03	1,63537E-03	1,075E-03	6,89135E-04	4,32925E-04	2,63378E-04	1,605E-04
a_3	-4,24216E-05	-2,60966E-05	-1,73799E-05	-1,1501E-05	-7,38134E-06	-4,57234E-06	-2,75825E-06	-1,5752E-06	-9,0309-07
a_4	1,12776E-07	6,95052E-08	4,61107E-08	3,02295E-08	1,91479E-08	1,16345E-08	6,87263E-09	3,78183E-09	2,09822E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Corelaţiile $\sigma_t = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3$ pentru aterizor tip tandem

Tabel 8

K (MN/m³)	15								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,46718E+00	1,46536E+00	1,66136E+00	8,32426E-01	1,10454E+00	1,90943E-01	1,74077E-01	4,15638E-01	4,78443E-01
a_1	1,92876E-01	1,31767E-01	2,65659E-02	6,61792E-02	2,33582E-03	7,38784E-02	5,78204E-02	2,45524E-02	7,84557E-03
a_2	6,61332E-05	6,06242E-04	3,01847E-03	1,01684E-03	2,53264E-03	-2,41443E-04	-1,38541E-04	6,36422E-04	9,77974E-04
a_3	-1,52588E-05	-1,52588E-05	-3,8147E-05	-1,52588E-05	-3,05176E-05	0,E+00	0,E+00	-7,62939E-06	-1,14441E-05
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,87504E+00	1,7068E+00	1,65132E-01	8,40304E-01	4,67928E-01	4,26469E-01	-2,91843E-02	9,94616E-02	2,62067E-01
a_1	1,10285E-01	7,51442E-02	1,52141E-01	4,76612E-02	5,32205E-02	4,1538E-02	7,1706E-02	5,15222E-02	2,58882E-02
a_2	1,47149E-03	1,37317E-03	-1,89929E-03	1,04094E-03	4,31623E-04	4,94869E-04	-8,26665E-04	-4,14587E-04	2,72533E-04
a_3	-3,05176E-05	-2,28882E-05	1,52588E-05	-1,52588E-05	-7,62939E-06	-7,62939E-06	7,62939E-06	3,8147E-06	-3,8147E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

K (MN/m³)	50								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,39301E+00	1,27381E+00	1,6907E+00	6,40086E-01	7,98563E-01	8,39091E-01	8,50863E-02	3,84448E-01	3,62817E-01
a_1	1,30186E-01	9,95441E-02	-1,55734E-02	5,58466E-02	1,06771E-02	-7,90174E-03	5,47168E-02	1,91432E-02	1,21426E-02
a_2	1,40423E-04	-7,23449E-05	3,08272E-03	3,58336E-04	1,51124E-03	1,89772E-03	-4,61772E-04	4,88611E-04	6,22116E-04
a_3	-1,52588E-05	-7,62939E-06	-3,8147E-05	-7,62939E-06	-1,90735E-05	-2,28882E-05	3,8147E-06	-5,72205E-06	-7,62939E-06
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 10 (continuare)

P (kN)	27,5								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,6755E+01	1,11315E+01	7,95099E+00	6,04848E+00	4,833E+00	3,70298E+00	2,93775E+00	2,42763E+00	2,00353+00
a_1	-2,74798E-01	-1,69627E-01	-1,14953E-01	-7,99113E-02	-5,53614E-02	-3,81609E-02	-2,55848E-02	-1,76643E-02	-1,18639E-02
a_2	3,94785E-03	2,45179E-03	1,6503E-03	1,11529E-03	7,39356E-04	4,79898E-04	2,91373E-04	1,85989E-04	1,07664E-04
a_3	-2,82455E-05	-1,76347E-05	-1,18013E-05	-7,85569E-06	-5,09126E-06	-3,21133E-06	-1,84232E-06	-1,14009E-06	-5,97835E-07
a_4	7,50335E-08	4,69902E-08	3,131E-08	2,06681E-08	1,32301E-08	8,22956E-09	4,56081E-09	2,78926E-09	1,3695E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	35								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,16765E+01	1,43174E+01	1,01784E+01	7,74114E+00	5,91162E+00	4,72755+00	3,74878+00	3,09147+00	2,56204E+00
a_1	-3,46083E-01	-2,1495E-01	-1,45096E-01	-1,01242E-01	-6,9824E-02	-4,81539E-02	-3,28842E-02	-2,21306E-02	-1,50375E-02
a_2	4,96449E-03	3,11722E-03	2,08434E-03	1,4151E-03	9,30823E-04	6,02967E-04	3,81951E-04	2,30167E-04	1,37571E-04
a_3	-3,54989E-05	-2,24693E-05	-1,49074E-05	-9,9671E-06	-6,3973E-06	-4,01544E-06	-2,45811E-06	-1,39644E-06	-7,73727E-07
a_4	9,42819E-08	5,99564E-08	3,95522E-08	2,6209E-08	1,65973E-08	1,02398E-08	6,16903E-09	3,39234E-09	1,79668E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	42,5								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,5059E+01	1,66503E+01	1,19202E+01	9,08096+00	6,96426E+00	5,56701E+00	4,42363+00	3,64983E+00	3,01905E+00
a_1	-4,15459E-01	-2,56545E-01	-1,74848E-01	-1,22021E-01	-8,44289E-02	-5,80115E-02	-3,92187E-02	-2,64642E-02	-1,80761E-02
a_2	5,98554E-03	3,70978E-03	2,51738E-03	1,70871E-03	1,12847E-03	7,26911E-04	4,49607E-04	2,70912E-04	1,6391E-04
a_3	-4,28508E-05	-2,66659E-05	-1,80261E-05	-1,20485E-05	-7,7638E-06	-4,84403E-06	-2,8571E-06	-1,61346E-06	-9,07883E-07
a_4	1,13832E-07	7,1013E-08	4,78697E-08	3,17121E-08	2,0153E-08	1,23632E-08	7,09878E-09	3,85721E-09	2,0731E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Corelaţiile $\sigma_t = a_0 + a_1K + a_2K_2 + a_3K^3 + a_4K^4$ pentru aterizor tip boghiu

Tabel 11

P (kN)	15								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	5,40522E+00	3,68744E+00	2,7697E+00	2,12659E+00	1,6411E+00	1,33077E+00	1,05209E+00	8,78091E-01	7,22804E-01
a_1	-9,14324E-02	-6,45935E-02	-4,71766E-02	-3,37353E-02	-2,407334E-02	-1,6466E-02	-1,11941E-02	-7,75916E-03	-5,1677E-03
a_2	1,47359E-03	9,97153E-04	7,09988E-04	4,8635E-04	3,32204E-04	2,10772E-04	1,30131E-04	8,35386E-05	4,63971E-05
a_3	-1,10293E-05	-7,30605E-06	-5,13812E-06	-3,44212E-06	-2,311127E-06	-1,41386E-06	-8,28168E-07	-5,17812E-07	-2,49318E-07
a_4	2,9928E-08	1,96379E-08	1,37013E-08	9,0588E-09	6,04025E-09	3,62792E-09	2,06053E-09	1,28155E-09	5,52826E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P (kN)	20								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	6,87014E+00	4,70321E+00	3,56174E+00	2,74741E+00	2,13163E+00	1,72966E+00	1,37406E+00	1,14413E+00	9,43245E-01
a_1	-1,22716E-01	-8,50714E-02	-6,27813E-02	-4,48323E-02	-3,18989E-02	-2,19367E-02	-1,50133E-02	-1,02178E-02	-6,89118E-03
a_2	2,00032E-03	1,29977E-03	9,44955E-04	6,45654E-04	4,39085E-04	2,79439E-04	1,7567E-04	1,07528E-04	6,27633E-05
a_3	-1,50788E-05	-9,40142E-06	-6,83769E-06	-4,56578E-06	-3,04908E-06	-1,85811E-06	-1,11986E-06	-6,47747E-07	-3,43087E-07
a_4	4,11101E-08	2,50028E-08	1,82307E-08	1,20114E-08	7,95943E-09	4,72415E-09	2,78297E-09	1,5611E-09	7,72699E-10
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P (kN)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	9,57607E+00	6,67167E+00	5,05237E+00	3,93413E+00	3,07381E+00	2,49573E+00	1,9959E+00	1,6561E+00	1,37229E+00
a_1	-1,84586E-01	-1,26855E-01	-9,34123E-02	-6,70841E-02	-4,7283E-02	-3,26904E-02	-2,23819E-02	-1,50128E-02	-1,03534E-02
a_2	3,03268E-03	1,9363E-03	1,4042E-03	9,69562E-04	6,46822E-04	4,1752E-04	2,61499E-04	1,55283E-04	9,59005E-05
a_3	-2,29331E-05	-1,39816E-05	-1,01447E-05	-6,88021E-06	-4,4642E-06	-2,78805E-06	-1,66365E-06	-9,18703E-07	-5,34576E-07
a_4	6,26201E-08	3,71398E-08	2,70131E-08	1,81553E-08	1,15968E-08	7,11763E-09	4,12735E-09	2,17989E-09	1,22501E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 11 (continuare)

P (kN)	45								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,34236E+01	9,51781E+00	7,27719E+00	5,65599E+00	4,43391E+00	3,59726E+00	2,88878E+00	2,40005E+00	1,98825E+00
a_1	-2,75338E-01	-1,88788E-01	-1,3973E-01	-1,00308E-01	-7,05085E-02	-4,87184E-02	-3,33391E-02	-2,29082E-02	-1,55867E-02
a_2	4,5499E-03	2,87719E-03	2,10511E-03	1,4504E-03	9,65399E-04	6,21187E-04	3,89575E-04	2,45196E-04	1,47592E-04
a_3	-3,44616E-05	-2,07115E-05	-1,52431E-05	-1,02847E-05	-6,66459E-06	-4,13582E-06	-2,48189E-06	-1,50223E-06	-8,45049E-07
a_4	9,41311E-08	5,48805E-08	4,06955E-08	2,71136E-08	1,73135E-08	1,05288E-08	6,16903E-09	3,66875E-09	1,98515E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P (kN)	60								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,66783E+01	1,20581E+01	9,30249E+00	7,28232E+00	5,711E+00	4,64439E+00	3,74068E+00	3,10737E+00	2,58061E+00
a_1	-3,67929E-01	-2,52452E-01	-1,85571E-01	-1,33176E-01	-9,38514E-02	-6,50196E-02	-4,43073E-02	-3,01401E-02	-2,05748E-02
a_2	6,0976E-03	3,87266E-03	2,79114E-03	1,92388E-03	1,28808E-03	8,33197E-04	5,19196E-04	3,18132E-04	1,92967E-04
a_3	-4,61242E-05	-2,81008E-05	-2,01695E-05	-1,36345E-05	-8,90946E-06	-5,57401E-06	-3,31944E-06	-1,92442E-06	-1,09621E-06
a_4	1,25793E-07	7,50335E-08	5,37246E-08	3,59337E-08	2,3181E-08	1,42478E-08	8,27982E-09	4,65504E-09	2,5631E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P (kN)	75								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,97374E+01	1,44912E+01	1,12429E+01	8,84488E+00	6,96451E+00	5,65086E+00	4,55025E+00	3,77712E+00	3,14265E+00
a_1	-4,56164E-01	-3,15773E-01	-2,30977E-01	-1,65965E-01	-1,16842E-01	-8,08798E-02	-5,51452E-02	-3,74448E-02	-2,56504E-02
a_2	7,54879E-03	4,87307E-03	3,47564E-03	2,39929E-03	1,60273E-03	1,03435E-03	6,45761E-04	3,94861E-04	2,41337E-04
a_3	-5,69053E-05	-3,55673E-05	-2,51152E-05	-1,70076E-05	-1,10808E-05	-6,90496E-06	-4,11792E-06	-2,38398E-06	-1,37378E-06
a_4	1,54741E-07	9,54629E-08	6,68919E-08	4,48291E-08	2,88223E-08	1,7615E-08	1,02398E-08	5,75441E-09	3,21644E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Corelaţiile: $\sigma_t = a_0 + a_1K + a_2K_2 + a_3K^3 + a_4K^4$ pentru aterizor tip dual

Tabel 10

P (kN)	7,5								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	6,05049E+00	3,80277E+00	2,59806E+00	1,96225E+00	1,45904E+00	1,16711E+00	9,21105E-01	7,62127E-01	6,28795E-01
a_1	-7,96676E-02	-4,81508E-02	-3,23419E-02	-2,26683E-02	-1,5449E-02	-1,06839E-02	-7,37158E-03	-4,99184E-03	-3,32062E-03
a_2	1,12699E-03	6,87264E-04	4,60343E-04	3,16566E-04	2,03549E-04	1,32131E-04	8,54256E-05	5,20348E-05	2,86588E-05
a_3	-8,02548E-06	-4,91681E-06	-3,28019E-06	-2,23645E-06	-1,38 73E-06	-8,72275E-07	-5,50727E-07	-3,18542E-07	-1,49721E-07
a_4	2,12712E-08	1,30542E-08	8,68187E-09	5,8989E-09	3,57452E-09	2,2113E-09	1,3852E-09	7,82122E-09	3,23529-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	17,5								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,17734E+01	7,64678+00	5,37313E+00	4,08053E+00	3,11854E+00	2,49783E+00	1,98688E+00	1,64648E+00	1,36271E+00
a_1	-1,77873E-01	-1,08959E-01	-7,3749E-02	-5,14368E-02	-3,56708E-02	-2,4425E-02	-1,6499E-02	-1,1317E-02	-7,79785E-03
a_2	2,54225E-03	1,56891E-03	1,05745E-03	7,19021E-04	4,75985E-04	3,04631E-04	1,87237E-04	1,16987E-04	7.35698E-05
a_3	-1,81729E-05	-1,12689E-05	-7,56187E-06	-5,07396E-06	-3,27546E-06	-2,0225E-06	-1,17936E-06	-6,9988E-07	-4,27426E-07
a_4	4,82717E-08	3,00033E-08	2,00651E-08	1,33683E-08	8,50597E-09	5,14505E-09	2,90862E-09	1,67104E-09	1,0177E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Corelațiile: $\sigma_t = a_0 + a_1K + a_2K^2 + a_3K^3 + a_4K^4$ pentru aterizor tip tandem

Tabel 12

P (kN)	25								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	8.80139E+00	6,27238E+00	4,56949E+00	3,57870E+00	2,75978E+00	2,23079E+00	1,77128E+00	1,47269E+00	1,22224E+00
a_1	-1,45765E-01	-1,16336E-01	-7,95846E-02	5,74008E-02	4,01722E-02	2,77131E-02	1,89064E-02	-1,28357E-02	-8,82256-03
a_2	2,33995E-03	1,83270E-03	1,17364E-03	8,22733E-03	5,46148E-04	3,50467E-04	2,20044E-04	1,34905E-04	8,25224E-05
a_3	-1,75773E-05	-1,34390E-05	-8,35850E-05	-5,81677E-06	-3,76191E-06	-2,32498E-06	-1,40253E-06	-8,16954E-07	-4,66259E-07
a_4	4,78445E-08	3,59211E-08	2,21005E-08	1,53156E-08	9,76240E-09	5,90518E-09	3,49285E-09	1,97886E-09	1,08052E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	30								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	9,96323E+00	7,1943E+00	5,29142E+00	4,15006E+00	3,21766E+00	2,60203E+00	2,06852E+00	1,71748E+00	1,42352E+00
a_1	-1,7648E-01	-1,39053E-01	-9,58259E-02	-6,87026-02	-4,81246E-02	3,32532E-02	-2,25544E-02	-1,54894E-02	-1,0636E-02
a_2	2,86994E-03	2,18249E-03	1,42347E-03	9,85281E-04	6,55575E-04	4,226591E-04	2,60791E-04	1,64271E-04	1,01796E-04
a_3	-2,17006E-05	-1,5922E-05	-1,0217E-05	-6,96739E-06	-4,52537E-06	-2,81906E-06	-1,64765E-06	-1,00559E-06	-5,94505E-07
a_4	5,93031E-08	4,23791E-08	2,72015E-08	1,83438E-08	1,17604E-08	7,19301E-09	4,06452E-09	2,46259E-09	1,42604E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

P (kN)	37,7								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	1,16283E+01	8,52402E+00	6,34635E+00	4,98864E+00	3,89045E+00	3,14396E+00	2,51101E+00	2,08267E+00	1,72275+00
a_1	-2,24676E-01	-1,72938W-01	-1,20338E-01	-8,56444E-02	-6,00867E-02	-4,11698E-02	-2,80528E-02	-1,91228E-02	-1,31511E-02
a_2	3,7137E-03	2,69483E-03	1,8015E-03	1,22744E-03	8,19764E-04	5,18812E-04	3,23893E-04	1,98605E-04	1,23026E-04
a_3	-2,82922E-05	-1,94896E-05	-1,30482E-05	-8,67424E-06	-5,66651E-06	-3,43338E-06	-2,0483E-06	-1,18494E-06	-6,99917E-07
a_4	7,76469E-08	5,15133E-08	3,5029E-08	2,28292E-08	1,47504E-08	8,707E-09	5,06338E-09	2,83323E-09	1,63963E-09
r	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ANEXA 4

TERMENI SPECIFICI INFRASTRUCTURII AEROPORTUARE

Având în vedere că România este membră a ORGANIZAȚIEI INTERNAȚIONALE A AVIAȚIEI CIVILE (O.A.C.I.) din 1965 şi datorită faptului că pe teritoriul țării noastre operează avioane din cadrul traficului internațional este necesară raportarea tuturor termenilor specifici domeniului aeronautic la documentația elaborată de acest organism internațional.

În acest sens, pentru a avea un sistem unitar de exprimare, se vor defini următorii termeni specifici infrastructurii aeroportuare:

Aerodrom. Suprafață definită pe pământ sau pe apă utilizată total sau parțial pentru mişcarea avioanelor (aterizare, decolare, rulare), inclusiv clădirile, instalațiile şi echipamentele aferente acestora.

Suprafață aeroportuară. Suprafață rectangulară din cadrul unui aerodrom folosită exclusiv pentru mişcarea şi staționarea avioanelor, precum şi a vehiculelor terestre de transport.

Pistă.Suprafață aeroportuară destinată pentru aterizarea şi/ sau decolarea avioanelor.

Prelungire de oprire. Suprafață aeroportuară situată la extremitatea pistei şi pe care pot opri avioanele în cazul întreruperii decolării.

Platformă. Suprafață aeroportuară folosită pentru îmbarcarea/debarcarea pasagerilor şi a mărfurilor, alimentarea cu carburanți, întreținerea/verificarea avioanelor, staționarea sau izolarea acestora în caz de urgență.

Cale de rulare. Suprafață aeroportuară care asigură rularea avioanelor şi face legătura de la pistă la platformă sau între pista de aterizare şi cea de decolare ale aceluiaşi aerodrom.

Cale de degajare rapidă. Cale de rulare racordată la pistă sub un unghi ascuțit care permite avioanelor să elibereze pista cu o viteză mai mare decât cea folosită în mod normal.

Acostament. Banda de teren care mărgineşte o suprafață aeroportuară şi este tratată în aşa fel încât să asigure o suprafață de racordare între aceasta şi terenul înconjurător.

Pragul pistei. Partea de început a pistei folosită la aterizare.

Avion de referință. Avionul la care suprafața aeroportuară este dimensionată.

Editat de:
Institutul de Cercetări în Transporturi – S.C. INCERTRANS S.A.
Bucureşti - Calea Griviței, nr.393, sector 1
Tel. 224. 21.35 / 220; Fax. 224.13.70
/ 211

Tabel 11 (continuare)

P (kN)	90								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,27134E+01	1,68632E+01	1,31526E+01	1,03843E+01	8,1966E+00	6,65721E+00	5,35146E+00	4,44121E+00	3,69611E+00
a_1	-5,43345E-01	-3,77879E-01	-2,76192E-01	-1,98589E-01	-1,39363E-01	-9,67381E-02	-6,59784E-02	-4,47989E-02	-3,04607E-02
a_2	8,98625E-03	5,85535E-03	4,15896E-03	2,87353E-03	1,90817E-03	1,23679E-03	7,73511E-04	4,72696E-04	2,82834E-04
a_3	-6,75898E-05	-4,29326E-05	-3,00583E-05	-2,03819E-05	-1,31719E-05	-8,25441E-06	-4,93947E-06	-2,85541E-06	-1,58639E-06
a_4	1,83438E-07	1,15716E-07	8,00592E-08	5,37497E-08	3,42249E-08	2,10576E-08	1,23004E-08	6,89776E-09	3,66875E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

P (kN)	105								
H (cm)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
a_0	2,55251E+01	1,9146E+01	1,50109E+01	1,18788E+01	9,40492E+00	7,63679E+00	6,15062E+00	5,09765E+00	4,23848E+00
a_1	-6,30411E-01	-4,41204E-01	-3,22223E-01	-2,312E-01	-1,62504E-01	-1,12533E-01	-7,68066E-02	-5,23377E-02	-3,56693E-02
a_2	1,03939E-02	6,87645E-03	4,86051E-03	3,34775E-03	2,22932E-03	1,43878E-03	9,01085E-04	5,54012E-04	3,3487E-04
a_3	-7,78245E-05	-5,07325E-05	-3,51653E-056	-2,37526E-05	-1,54105E-05	-9,60281E-06	-5,75847E-06	-3,35502E-06	-1,89766E-06
a_4	2,10425E-07	1,37478E-07	9,37291E-08	6,26452E-08	4,00799E-08	32,45002E-08	1,43483E-08	8,11648E-09	4,4226E-09
r	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00